

Ecología humana B. Campbell 28



Ecología humana

La posición del hombre en la naturaleza

Bernard Campbell

Biblioteca Científica Salvat



Es imprescindible tener una "visión ecológica" de la prehistoria de la humanidad para poder demostrar que la evolución del hombre es dirigida por su entorno. El libro explica este proceso de adaptación cultural y biológica del hombre desde la prehistoria pasando por la aparición de la agricultura hasta la civilización moderna.
¿Es posible continuar explotando irreflexivamente los recursos de la Tierra? El autor responde puntualmente a esta pregunta a la vez que describe con rigor científico y sin falsos alarmismos el endeudamiento del hombre con la naturaleza y sus recursos limitados. La solución al problema parece que es más política que técnica.

Bernard Campbell es licenciado en zoología, botánica y química por la Universidad de Cambridge. Se especializó en antropología, y es catedrático de esta especialidad en la Universidad de California. Autor de muchos libros de antropología, entre los que destacan: *Humankind Emerging* (La aparición de la humanidad) y *Human Evolution* (Evolución humana).



Agosto , 2003



Ecología humana

Biblioteca
Científica
Salvat

Ecología humana

La posición del hombre en la naturaleza

Bernard Campbell

SALVAT

Versión española de la nueva edición inglesa de la obra *Human Ecology,* publicada por Heinemann Educational Books Ltd. de Londres

Traducción: Joandomènec Ros
Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass



ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)
ISBN: 84-345-8908-7 (Volumen 28)
Depósito Legal: B-1551-1994
Publicada por Salvat Editores, S.A., Barcelona
Impresa por Printer, i.g.s.a., Enero 1994
Printed in Spain

ÍNDICE

PREFACIO

Hace tiempo creo que es difícil que nadie comprenda nuestra actual crisis evolutiva y ecológica sin una cierta perspectiva de cómo hemos llegado a encontrarnos en tan grave peligro. La idea de que podemos seguir explotando continuamente nuestro ambiente finito para satisfacer a una población en constante expansión es claramente ingenua. Los avances tecnológicos no pueden ayudarnos mucho más. Igualmente cándida es la idea de que podemos volver a una vida idílica como cazadores y recolectores. Lo que *tenemos* que hacer para salvarnos es el problema más importante de este siglo. Creo que éste no puede resolverse sin un completo conocimiento de cómo hemos llegado a esta terrible situación.

Este libro, de extensión reducida, pasa revista a algunos aspectos de la prehistoria y de la historia de la humanidad con el propósito de comprender nuestras adaptaciones evolutivas y culturales a nuestros distintos ambientes. Un tema tan extenso, por fuerza, ha de tratarse sólo brevemente en un libro de este tipo, pero creo que había que destacar los principales componentes originales de la adaptación humana, para que podamos examinar nuestro lugar actual en la naturaleza con una mayor perspectiva y una comprensión más profunda.

Este libro se ha escrito para el lector medio, porque los tipos de cambios que se precisan en nuestras adaptaciones futuras al planeta Tierra no son tanto tecnológicos como *políticos.* No obstante, espero que todos los biólogos, en especial los relacionados con la producción de alimentos, encuentren la perspectiva histórica interesante y valiosa.

La religión de un pueblo refleja y determina a la vez su actitud

ante la naturaleza. En el primer capítulo del *Génesis*, versículo 27, leemos:

> Y los bendijo Dios, diciéndoles: «Procread y multiplicaos, y henchid la tierra; sometedla y dominad sobre los peces del mar, sobre las aves del cielo y sobre los ganados y sobre todo cuanto vive y se mueve sobre la tierra.»

A pesar de que han pasado más de 100 años desde que Charles Darwin escribiera *El origen de las especies* (1859), la idea que tenemos de nuestro lugar en la naturaleza, de nuestra relación con el mundo natural se halla todavía determinada, en un sentido profundo, por este antiguo mito judeocristiano. Pasajes como éste nos ordenan someter la Tierra y a todas sus criaturas, y aumentar nuestra propia población hasta que consigamos llenar (henchir) la Tierra con el género humano.

Antes de mediar el último siglo, cuando unos pocos geólogos y biólogos se dieron cuenta de la antigüedad de la Tierra y de sus habitantes, todo el mundo creía (a partir de los cálculos de teólogos eminentes) que la historia de la creación descrita en el *Génesis* tuvo lugar en el año 4004 a. de C. El pasaje constituye una declaración de la actitud de la humanidad ante la naturaleza en los primeros años de la historia judía. Abel, el pastor, y Caín el agricultor, representaban dos maneras de domeñar la naturaleza que hacían posible una tasa de extracción de alimento mucho más elevada del medio ambiente de la que previamente se conocía. Se trataba de dos modos de vida que iban a permitir a la humanidad procrear y multiplicarse, y henchir toda la Tierra.

El desarrollo del pastoreo y de la agricultura cambió de forma fundamental el equilibrio que previamente existía entre los seres humanos y su contorno. No sólo se domesticaron ciertas especies, sino que otras que podían competir con los rebaños domésticos y dañar la tierra agrícola tuvieron que ser expulsadas de pastos y campos. Los carnívoros, para los que el ganado era una presa fácil, fueron mantenidos a distancia o sacrificados. La humanidad necesitaba dominar y controlar la actividad de muchos mamíferos con los que empezaba a competir. Estos acontecimientos revolucionarios reforzaron una tendencia hacia una vida sedentaria que había

aparecido anteriormente en la prehistoria, y la consecuencia fue un aumento de la población.

Para las pequeñas tribus de pastores y agricultores nómadas, el arquetipo judío era apropiado. Mediante tales pretextos, la humanidad ha llegado a dominar y a someter a la naturaleza y en la actualidad ocupa prácticamente todas las zonas disponibles y adecuadas de la superficie de la Tierra. Pero el pequeño mundo de los antiguos judíos (una pequeña zona de tierras semiáridas que corresponde al Israel de nuestros días y a las regiones vecinas) ha sido sustituido en la actualidad por una Tierra densamente poblada. Ya no hay tierras vírgenes que dominar, ni queda más espacio para una ulterior expansión de la humanidad. Porque el lugar de la especie humana en la naturaleza ha cambiado, nuestra actitud ante ella debe cambiar asimismo.

Esta visión judeocristiana del mundo que hemos descrito ha sido característica, naturalmente, de judíos, cristianos y, entre éstos, especialmente de los protestantes. Casi todas las demás religiones y filosofías reflejan una actitud de mayor respeto y preocupación por la naturaleza. Para nosotros, la importancia del punto de vista judeocristiano no es sólo que dirige buena parte de la tecnología occidental, sino también que, disfrazado de los valores comerciales y la tecnología occidentales, se está extendiendo por todo el mundo. Una actitud similar de explotación irreflexiva de los recursos naturales del mundo se está haciendo así cada vez más común entre las personas de otros continentes que han estado en contacto con el mundo occidental.

En este libro se intenta describir brevemente las más importantes adaptaciones humanas a las diferentes regiones climáticas del mundo: cómo, ya en un temprano período, los seres humanos mantenían un equilibrio natural con los animales y plantas que constituían su ambiente, y cómo, con el desarrollo de la tecnología y de otras innovaciones culturales, aumentó su tasa de extracción de recursos. En los últimos capítulos veremos cómo la ganadería y la agricultura hicieron posible la explotación de los recursos naturales de una manera que con frecuencia ha hecho posible el desarrollo urbano a gran escala, especialmente cuando se halla ligada a un eficiente sistema de transporte.

La forma en que los cambios han tenido lugar, y los principios

que subyacen a tales cambios, constituyen uno de los hechos más significativos de la prehistoria y de la historia humanas. Podemos describirlos con una cierta confianza, porque en muchas partes del mundo estos distintos cambios revolucionarios están teniendo lugar hoy en día y rápidamente.

Muchas de las adaptaciones a los distintos ambientes que describiremos han sido de la máxima importancia en la supervivencia del hombre y han influido de manera profunda en la naturaleza humana. Puesto que el ser humano es un producto de su herencia genética y de su ambiente, la ciencia de la *ecología* (que se ocupa de las relaciones entre las especies y su ambiente) es la clave para comprender tanto la evolución como la misma naturaleza humanas.

Todavía nos enfrentamos a los mismos problemas que tenían planteados nuestros antepasados: problemas de supervivencia. Dependemos todavía, de manera absoluta y final, de la naturaleza de este mundo, de la vida vegetal y animal con la que vivimos. Como Darwin nos demostró tan claramente, todavía somos parte de la naturaleza, y tal dependencia no puede disminuir en virtud de nuestra tecnología, ni ésta puede asegurar nuestra supervivencia. Ésta dependerá de un único factor: nuestro éxito o nuestro fracaso en conseguir un nuevo equilibrio con nuestros recursos, mediante la estabilización del crecimiento de la población y de la tasa de extracción. El hambre que amenaza a un tercio de la población mundial demuestra con terrible claridad que nuestra deuda con la naturaleza es ya muy grande, y que sus recursos son finitos.

Este libro se ha escrito con la esperanza de que nuestra visión pueda extenderse un poco en el futuro, a través de la comprensión de nuestro lugar en la naturaleza y del examen y análisis de nuestro pasado.

BERNARD CAMPBELL

AGRADECIMIENTOS

Estoy profundamente agradecido a mi amiga y colega Sally Rosen Binford por su amplia ayuda y consejo en los primeros estadios de desarrollo de este libro. Muchas de las ideas que he investigado surgieron de nuestras largas discusiones. Deseo asimismo dar las gracias a quienes generosamente han leído secciones del libro y me han ofrecido sus valiosas sugerencias: Margaret Campbell, W. H. Dowdeswell, Peter Jewell, Colin Leakey, Jim Lewton-Brain, David Wallace, J.S. Weiner y James Woodbum.

Agradezco mucho la ayuda y estímulo de mis editores, y estoy especialmente en deuda con Anne Armitage, que pasó muchas horas preparando el texto mecanografiado.

BERNARD CAMPBELL

Este curioso mundo en el que habitamos es más maravilloso que conveniente, más hermoso que útil; es más para ser admirado que para ser utilizado.

Henry David Thoreau
Discurso inaugural:
Harvard University, 1837.

I. INTRODUCCIÓN

EVOLUCIÓN Y AMBIENTE

Los historiadores futuros reconocerán seguramente que el libro de Charles Darwin, publicado en 1859, fue uno de los más importantes que jamás se hayan escrito. *Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural* no sólo presentaba la teoría de que las especies animales y vegetales habían evolucionado a lo largo de millones de años a partir de formas ancestrales relativamente simples, sino que, asimismo, describía una hipótesis que explicaba cómo se había producido realmente este proceso (fig. 1-2). La idea de la *evolución orgánica,* o de la «transmutación de las especies», no era nueva en sí misma, y por lo general se la ha relacionado con los nombres del naturalista francés Lamark, así como con el del abuelo de Charles Darwin, Erasmus Darwin; pero el concepto de *selección natural,* que explicaba el proceso, era original y de extraordinaria importancia, pues proporcionó una base a la teoría, es decir, una estructura lógica que la hizo cada vez más aceptable a los estudiosos de la biología y de la historia natural.

Aunque Darwin fue el primero en formular la idea de la selección natural, en 1838, otro naturalista, Alfred Russel Wallace, llegó independientemente al mismo concepto en 1858. Por una coincidencia extraordinaria, Wallace envió en resumen de sus ideas a Darwin a principios de 1858, y como resultado ambos presentaron un artículo conjunto a la Sociedad Linneana de Londres, a finales del mismo año (figs. 1-3 y 1-4).

Tanto Darwin como Wallace habían viajado mucho y habían observado con gran detalle la variación que existe en el interior de las especies animales y vegetales. Notaron que los individuos de

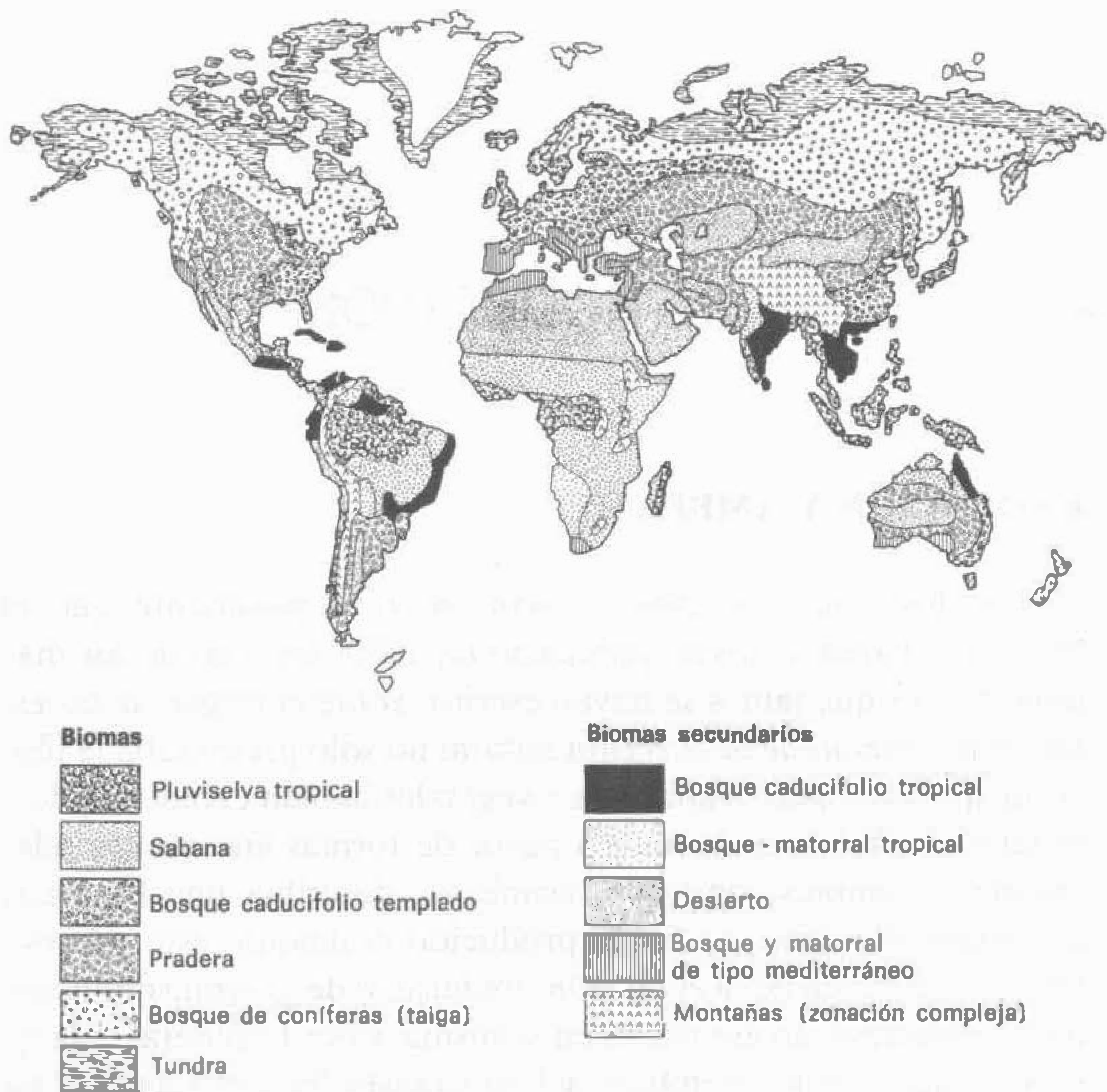


Fig. 1-1. Mapa de los biomas del mundo. Los biomas que aquí se indican son zonas bastante estables y pueden ser cartografiadas con cierto detalle. Adviértase que sólo la tundra y el bosque septentrional de coníferas tienen una cierta continuidad a través del hemisferio norte. Otros biomas están aislados en regiones geográficas separadas y, por tanto, es de esperar que posean especies ecológicamente equivalentes pero no emparentadas desde el punto de vista taxonómico.

una especie no son idénticos, sino que varían en tamaño, fuerza, salud, fertilidad, longevidad, comportamiento y muchas otras características. Darwin se dio cuenta de que los seres humanos utilizan esta variación natural cuando crían selectivamente plantas y animales; un criador sólo deja que se reproduzcan determinados ejemplares que poseen las cualidades deseadas.

Tanto Darwin como Wallace vieron que en la naturaleza es-

taba operando un tipo de selección, pero no sabían cómo funcionaba. La comprensión de los medios por los que la selección opera en la naturaleza les vino a ambos de la misma fuente. La primera edición de *Ensayo sobre el principio de la población,* de un clérigo inglés, T. R. Malthus, había aparecido en 1798. En su libro, Malthus demostraba que el potencial reproductor de la humanidad excede con mucho los recursos naturales disponibles para alimentar a un población en expansión.

En una versión revisada de su ensayo, publicada en 1830, Malthus comenzaba: «Si echamos un vistazo a la naturaleza animada no podemos dejar de sorprendernos por el prodigioso potencial de aumento en las plantas y los animales... su tendencia natural debe

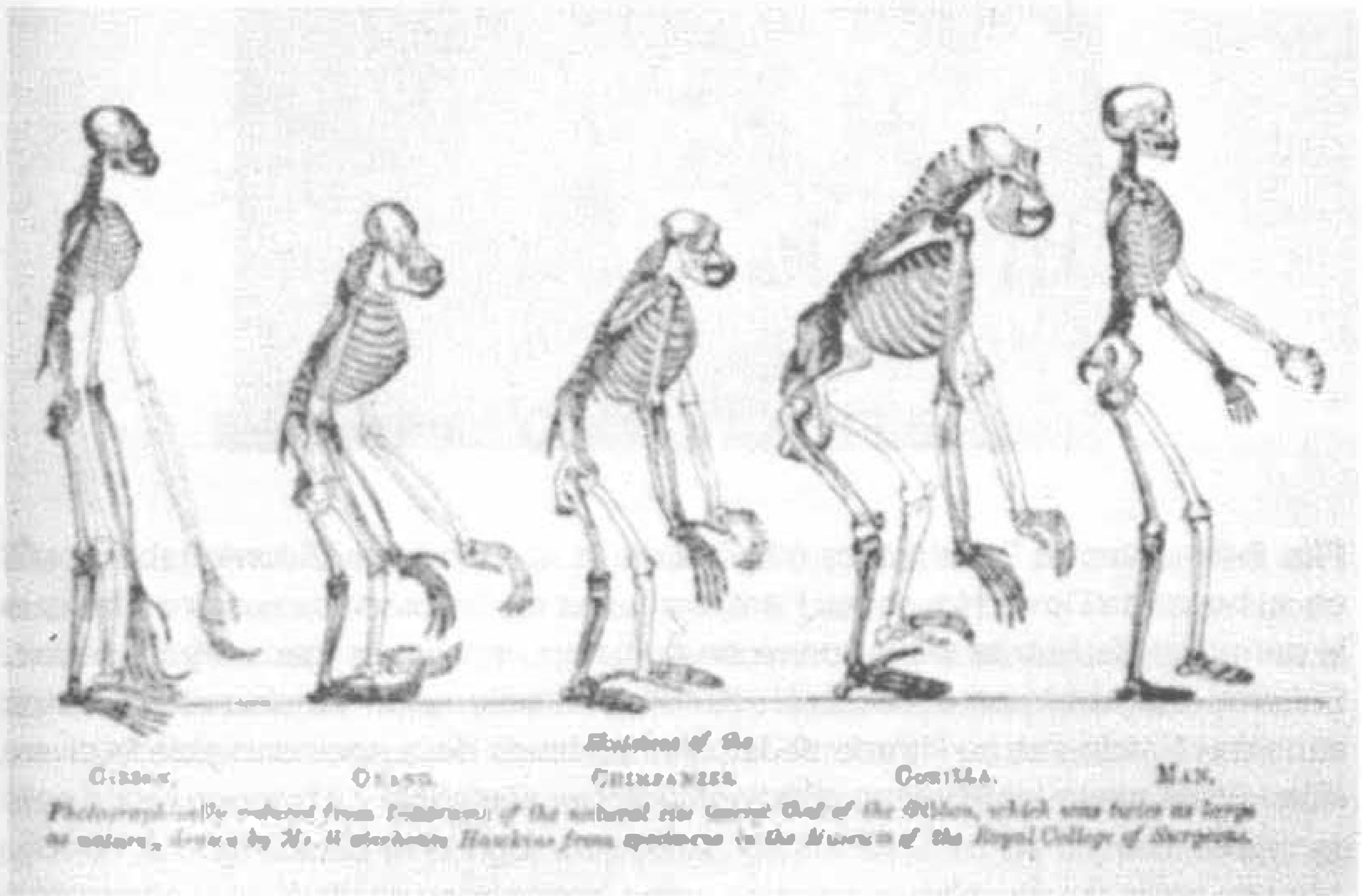


Fig. 1-2. Cuando se publicó *El origen de las especies,* Darwin no tenía conocimiento de ninguna prueba fósil de la evolución humana, y no discutió el tema. Sin embargo, las pruebas a partir de la anatomía comparada eran muy evidente, y como resultado muchos biólogos llegaron a aceptar su hipótesis. T. H. Huxley, amigo y defensor de Darwin, publicó en 1863 un libro titulado *El lugar del hombre en la naturaleza,* y en él escribió: «Cualquiera que sea la parte de la estructura animal que se elija para su comparación, los simios inferiores (monos) y el gorila diferirán más entre sí que el gorila y el hombre.» Estas ilustraciones se han hecho a la misma escala, a excepción de la del gibón, que es el doble de su tamaño natural. Los restantes esqueletos corresponden al orangután, chimpancé, gorila y hombre. (De T. H. Huxley, 1863.)

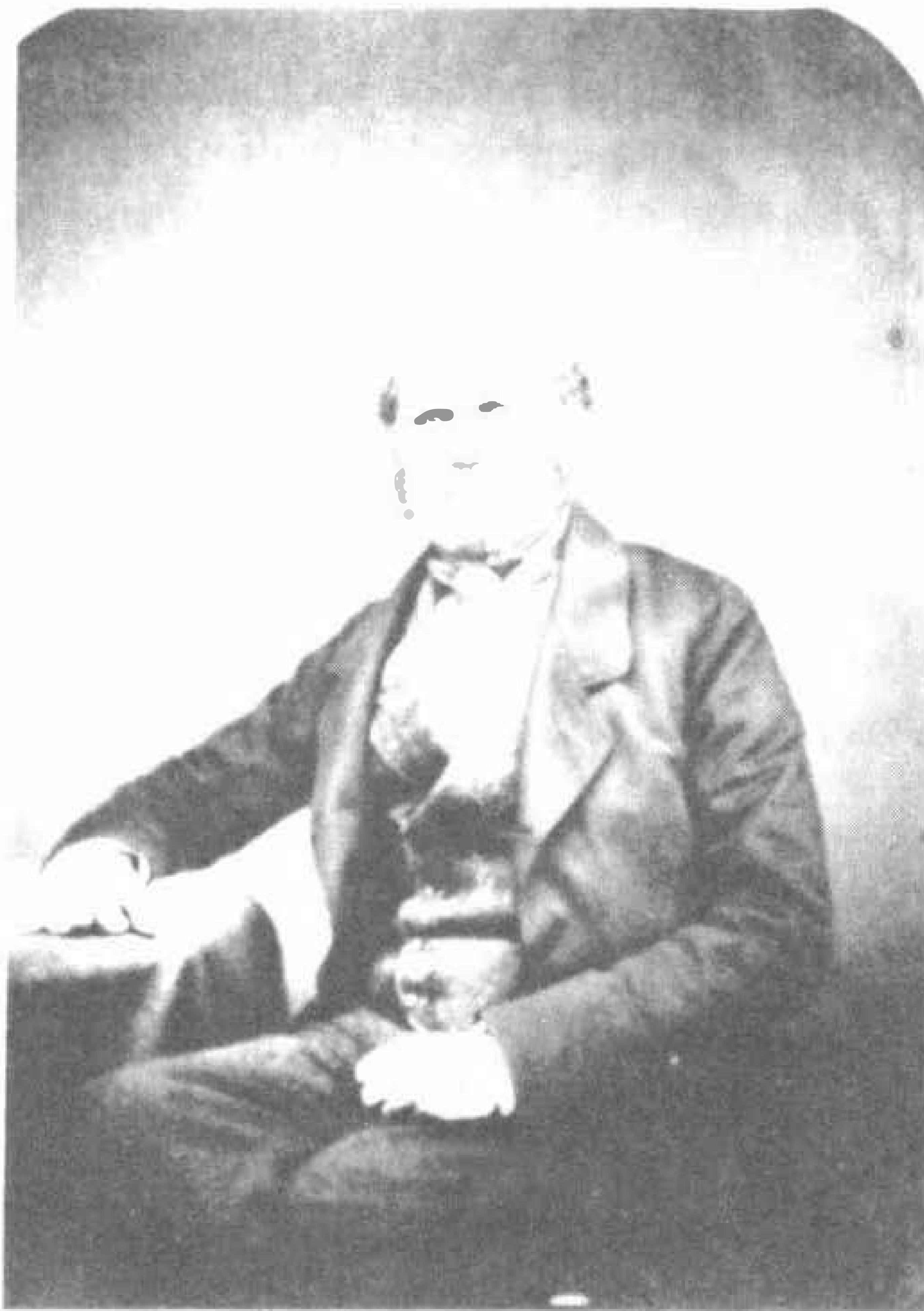


Fig. 1-3. Charles Darwin a los 66 años de edad. Darwin vivía confortablemente en su hogar de Down House, en Kent, con unas rentas privadas sustanciales que le permitían dedicar la mayor parte de su tiempo a la investigación y a escribir. Enfermo temporalmente, escribió: «Aunque la mala salud ha aniquilado varios años de mi vida, me ha librado de las distracciones de la sociedad y de la diversión.» Vivió hasta los 73 años. *(National Portrait Gallery.)*

ser la de aumentar en proporción geométrica, es decir, por multiplicación.» Continuaba señalando que, en cambio, la subsistencia puede aumentar sólo en proporción aritmética. «El mínimo conocimiento de los números mostrará la inmensidad del primer potencial en comparación con el segundo.» Y en 1798 había escrito: «Por esta ley de nuestra naturaleza que hace que el alimento sea necesario para la vida del hombre, los efectos de estos dos potenciales desiguales deben de ser mantenidos iguales. Ello implica un freno sobre la población, poderoso y en constante operación, a



Fig. 1-4. Alfred Russel Wallace, botánico galés, ofrecía un contraste total con respecto a Darwin, tanto por su entorno como por su carácter. A diferencia de Darwin, Wallace se ganaba la vida recogiendo plantas y animales tropicales raros para museos coleccionistas privados. Por esa razón viajó más que Darwin, tanto por Sudamérica como por el Sudeste asiático. Posteriormente escribió varios libros sobre geografía y evolución, pero aunque son de un interés considerable no poseen la originalidad ni el rigor intelectual de los escritos de Darwin. Mientras éste perdió la fe, Wallace permaneció como un hombre religioso a lo largo de toda su vida. *(National Portrait Gallery.)*

partir de la dificultad de subsistencia». Como resultado, aducía que el tamaño de las poblaciones humanas está limitado por las enfermedades, el hambre y la guerra, y que, en ausencia de «restricciones morales», únicamente estos factores parecen controlar lo que de otro modo sería un crecimiento rápido de la población.

Tanto Darwin como Wallace habían leído el ensayo de Malthus y, lo que resulta notable, ambos registraron en sus diarios la

forma en que pensaban que en este libro residía la clave para comprender el proceso evolutivo. Resultaba evidente que lo que Malthus había observado en las poblaciones humanas era asimismo verdad para las plantas y animales: su potencial reproductor excede con mucho a la tasa necesaria para mantener un tamaño constante de la población. Tanto Darwin como Wallace se dieron cuenta de que los individuos que logran sobrevivir deben estar de algún modo mejor adecuados para vivir en su *ambiente* que los que no lo logran. De ahí se sigue que en una población natural con entrecruzamiento existen grandes probabilidades de que se conserve o se transmita a las generaciones futuras cualquier variación que aumente la capacidad del organismo para producir descendientes fértiles, mientras que las variaciones que reduzcan tal capacidad tienen grandes probabilidades de ser eliminadas.

Basados en estas ideas Charles Darwin y Alfred Russel Wallace formularon una teoría de la evolución por selección natural. La teoría no es difícil de entender y puede formularse como sigue:

1. Los organismos producen muchos más descendientes de los que se precisan para mantener su tamaño de población, y, sin embargo, éste permanece por lo general más o menos constante durante largos períodos de tiempo. A partir de este hecho, así como de la observación, parece evidente que existe una elevada tasa de mortalidad entre los individuos inmaduros.
2. Los individuos de una población determinada presentan mucha variación, y los supervivientes lo consiguen en gran medida debido a sus características particulares. Es decir, los individuos con especiales modalidades pueden considerarse mejor *adaptados* a su ambiente particular.
3. Puesto que los hijos se parecen mucho a sus padres, pero no exactamente, las generaciones sucesivas mantendrán y mejorarán el grado de adaptación mediante cambios graduales en su descendencia.

Este proceso de variación, y de selección por el ambiente de individuos mejor adaptados, fue llamado por Darwin *selección natural*, y el cambio en la naturaleza de la población que se produce debido a dicha selección es la *evolución orgánica.* El mismo proce-

so tiene lugar en las plantas y en los animales. El transcurso de la evolución es extremadamente lento, y para que fuera aceptada, la teoría requería que la Tierra contase millones de años. La teoría de Darwin y Wallace no podía ser admitida por las generaciones que habían sido enseñadas por el obispo Ussher, quien creía que la Tierra tenía menos de 6.000 años de edad. Pero en su libro *Principios de Geología* (1830-33), Charles Lyell había calculado la dimensión temporal precisa para que actuara la evolución.

El primer aspecto importante que hay que destacar aquí es que el proceso creativo de la selección natural es impulsado por las circunstancias; en último término, por los cambios climáticos que suceden inevitablemente, y por la inmensa variedad de distintos ambientes que posee el planeta Tierra. Una vez el proceso evolutivo y de radiación de las especies se halla en marcha, cambios ulteriores, debidos a la aparición de nuevos animales y plantas, son inevitables, y al tiempo que el proceso continúa y las especies se multiplican, la tasa de cambio tiende a acelerarse (fig. 1-5). Así, pues, la clave de la transformación es la mutua acción entre el ámbito y los organismos que lo ocupan. El ambiente, con sus siempre cambiantes componentes climáticos, minerales y orgánicos, produce el proceso evolutivo a través de su efecto sobre la variación hereditaria, y es un factor primordial en la creación de las innumerables especies de animales y plantas.

El segundo aspecto a resaltar es que ahora es evidente, como Darwin suponía, que toda la naturaleza es una sola en el sentido muy particular de que los animales y las plantas se reproducen y crecen mediante los mismos mecanismos genéticos. Su química de la reproducción es básicamente similar. Se pueden transferir con éxito genes, en la forma de códigos de ADN que portan importantes caracteres bioquímicos, entre una bacteria y un mamífero, y tales genes permanecen funcionales. Si alguna vez se necesitó una prueba de que la naturaleza es una, aquí está. Todos formamos parte de una única y magnífica creación, y todos estamos relacionados. Somos parientes muy cercanos de otros mamíferos de sangre caliente. Este hecho no puede obviarse, y las distinciones que nos separan de los demás mamíferos son relativamente pequeñas. Estas diferencias, que parecen tan considerables, pueden reducirse a poco más que nuestra notable capacidad lingüística y a todo lo

que ello ha supuesto a lo largo de los últimos 100.000 años de nuestra evolución.

La humanidad evolucionó en este planeta muy recientemente en términos geológicos, y encontró el mundo casi en su estado actual. Nuestra propia historia evolutiva, de 3 millones de años, como la de cualquier otra especie orgánica, es la de adaptación a ambientes cambiantes. Durante este proceso, sin embargo, también nos hemos adaptado a los otros muchos ambientes existentes, y en la actualidad ocupamos una mayor variedad de tales ambientes que la de cualquier otra especie vegetal o animal. Por ello, una revisión de la historia de los ambientes de la humanidad nos puede ofrecer indicios del proceso real de la evolución humana. Comprender nuestros ambientes prehistóricos puede ayudarnos a entender nuestras propias adaptaciones evolutivas; sólo este conocimiento puede servirnos para descubrir por qué somos lo que somos, es decir, por qué estamos hechos como lo estamos, tanto desde el punto de vista anatómico como del comportamiento.



Fig. 1-5. Ya que el ambiente actúa sobre todas las especies que existen y reduce la capacidad reproductora de aquellos individuos peor adaptados, cada una evoluciona, y a su vez produce cambios en el medio de todas las demás. Ejemplo de un circuito recurrente positivo, en el que los procesos de cambio, en un componente (el ambiente) producen variaciones aceleradas en el sistema como un todo.

TÉRMINOS Y CONCEPTOS

La *ecología* es el estudio de las relaciones entre las especies y la totalidad del ambiente. Ésta es una definición amplia, pero la extensión de miras es la característica sobresaliente del enfoque ecológico. Así, pues, la *ecología humana* se refiere al estudio de todas estas relaciones entre los seres humanos y su ambiente (que incluye factores tales como el clima y el suelo), y de los intercambios energéticos con otras especies vivas: plantas, animales y diferentes grupos de personas. Si adoptamos el punto de vista más amplio posible, la ecología humana trata de toda la especie humana y de sus relaciones extraordinariamente complejas con los demás componentes del mundo, orgánicos e inorgánicos.

En la práctica, los que han estudiado a los seres humanos desde el punto de vista de la ecología han encontrado deseable separar la ecología cultural y la ecología social como subdisciplinas distintas. La *ecología cultural* es el estudio del modo en que la cultura de un grupo humano se halla adaptada a los recursos naturales del ambiente, y a la existencia de otros conjuntos humanos. Los *ecólogos sociales* estudian la manera en que la estructura social de un grupo humano es un producto de la totalidad del ambiente de dicho grupo. En este libro consideramos la ecología humana en un sentido biológico más amplio, pero intentaremos asimismo ver de qué modo la cultura y la sociedad se han desarrollado como una respuesta al ambiente. Reconocemos que el comportamiento de grupo en el hombre depende de un conjunto de creencias, así como de su historia, sus artes y sus recursos. Los recursos naturales del ambiente y las habilidades de los individuos son los determinantes principales de las adaptaciones humanas. Pero las creencias de cada sociedad, sus mitos y sus rituales, resultan apoyar sus adaptaciones culturales concretas.

Para fines analíticos es útil examinar unidades menores que la especie entera: por ejemplo, estudiar la ecología de los esquimales, o de los pastores africanos, o de los neoyorquinos; cuando se hace así, cada grupo humano es tratado como el componente de un *ecosistema* distinto. El ecosistema es la unidad analítica básica de la ecología, y puede definirse como cualquier asociación natural compuesta por organismos vivos y sustancias inorgánicas que

actúan entre sí para intercambiar materia. Un ejemplo de ecosistema natural sería un bosque o un estanque, en los que las especies animales y vegetales dependen mutuamente unas de otras y de las sustancias químicas del ambiente (fig. 16). El ejemplo clásico de un ecosistema artificial es un acuario para peces, en el que los intercambios entre plantas, peces, sus productos de desecho y el agua se mantienen en recíproco equilibrio. Uno de los problemas más sutiles y complejos del análisis ecológico es definir las fronteras de un ecosistema dado, y dichas fronteras son siempre artificiales. Los sistemas naturales son siempre *sistemas abiertos,* es decir, están influidos de alguna forma por los sistemas vecinos; sin embargo, a los efectos del análisis son tratados en muchos aspectos como si fueran *sistemas cerrados,* es decir, sin referencia a sistemas relacionados.

La distribución mundial de la especie humana es única entre los mamíferos, y se debe a una adaptación peculiar del *Homo sa-*

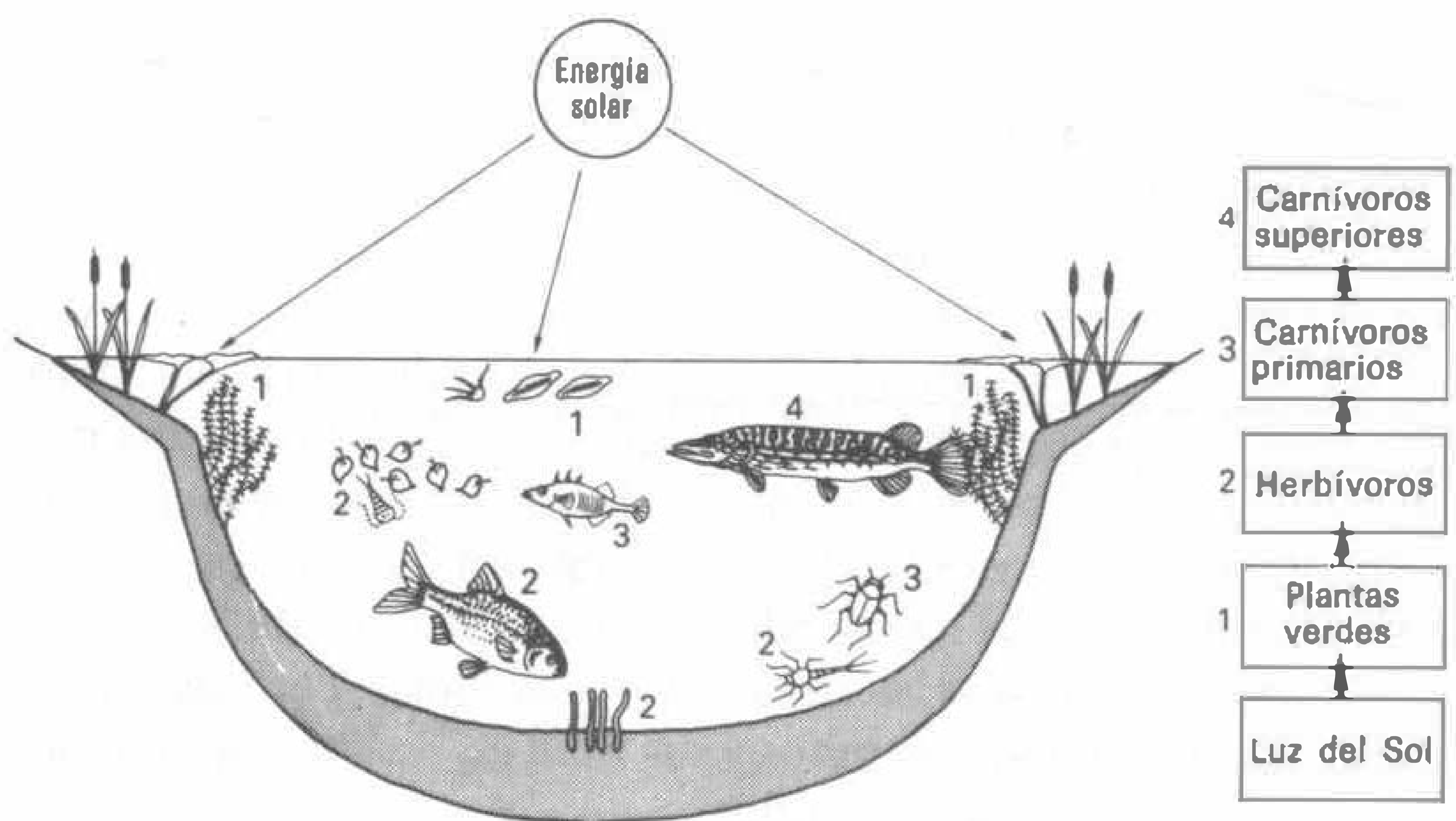


Fig. 1-6. Esquema del ecosistema de un estanque. Las flechas indican el movimiento de energía desde el Sol hasta los distintos niveles tróficos. Estos son: 1, productores; 2, consumidores primarios (herbívoros) y 3, consumidores secundarios (carnívoros). Existen también consumidores terciarios (4, carnívoros secundarios) y finalmente saprótrofos o descomponedores (bacterias y hongos). Los otros influjos esenciales, además de la luz solar, son los distintos minerales del agua que llega al estanque, el oxígeno y el dióxido de carbono disuelto (Según Odum.)

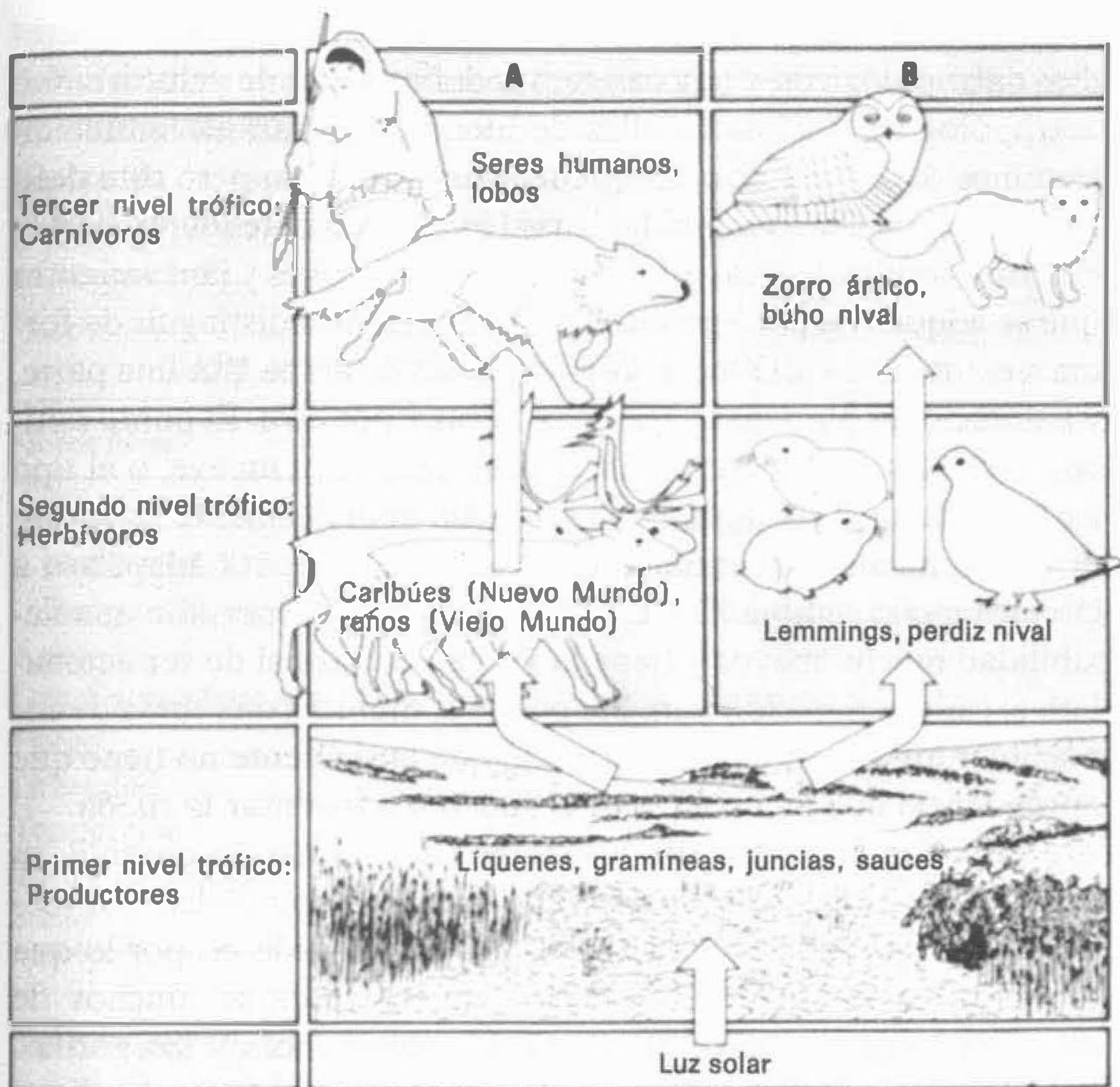


Fig. 1-7. Cadenas tróficas del Ártico. La cadena trófica de los esquimales (A) demuestra en la parte superior los tres principales niveles tróficos y el paso de energía. Debido a que hay poca variedad de alimento en el Ártico, las oscilaciones en el suministro alimenticio pueden ser fuertes (incluso teniendo en cuenta recursos marinos que no se indican en este esquema); como resultado, se sabe que algunos grupos esquimales practican un «canibalismo de emergencia» que no es en absoluto común en otros pueblos cazadores-recolectores. La segunda cadena trófica (B) incluye los lemmings (especie de roedores). Las oscilaciones en el número de roedores y en sus depredadores son muy comunes y con frecuencia, extremas.

piens: la cultura. Por *cultura* entendemos el sistema de conocimiento, comportamiento y utensilios mediante el cual los seres humanos se comunican con el mundo externo. Sistemas de parentesco, casas, mitos, herramientas, todo ello cabe dentro de la rú-

brica cultura. Desde luego, es el punto focal de la mayoría de estudios antropológicos, y hay casi tantas definiciones de cultura como antropólogos. Muchos de ellos definen la cultura únicamente en términos de ideas y normas que un grupo detenta, pero esta definición es demasiado limitada. En este volumen entenderemos por el término cultura todas aquellas ideas, tradiciones y herramientas que se adquieren por aprendizaje. Nos permitirá distinguir de forma significativa entre nidos de aves y telas de araña, por una parte, y habitaciones humanas y trampas de caza, por otra. El punto crítico es que el tipo concreto de nido que construye un ave, o el tipo de telaraña que una araña teje se hallan genéticamente controlados y no pueden ser modificados rápidamente para adaptarse a circunstancias cambiantes. La cultura, en cambio, permite una flexibilidad mucho mayor y tiene la ventaja adicional de ser acumulativa; cada generación humana puede comunicar una suma de conocimientos a la siguiente, de modo que la siguiente no tiene que aprender de nuevo a controlar el fuego o a inventar la rueda.

Así, pues, la cultura son los medios de adaptación aprendidos por la humanidad; se basa en la capacidad de comunicar por medio de símbolos, y es acumulativa. En este sentido es, por lo que sabemos, exclusiva de la especie humana, aunque muchos de nuestros parientes cercanos, como los chimpancés y los gorilas, muestran tipos de comportamiento social que son bastante semejantes y se han descrito como *protocultura*. La cultura ha permitido a la especie humana extenderse desde las regiones tropicales a las regiones templadas, y de ellas finalmente a las árticas; asimismo desarrollar una sorprendente variedad de costumbres sociales, y finalmente estudiar su lugar en el ecosistema que llamamos planeta Tierra.

AMBIENTE

Hemos definido la ecología como el estudio de los organismos en sus relaciones con su ambiente total, y para poder analizar estas relaciones hemos de introducir algunos conceptos que traten de su naturaleza. El *ambiente* de un organismo puede definirse, como hemos visto, como todos aquellos objetos y fuerzas externos con

los que éste se relaciona, o por los que resulta afectado. En esta definición se incluyen otros organismos, entre ellos distintos miembros de la misma especie. Así, en ecología humana, el ambiente de la especie incluye otros grupos humanos (el *ambiente social*), plantas y animales, el clima, los recursos naturales, etcétera (tabla 1-1).

TABLA 1-1. COMPONENTES AMBIENTALES

Factores físicos	Factores biológicos
Energía	Plantas verdes
Radiación	Plantas no verdes
Temperatura y flujo térmico	Descomponedores
Agua	Parásitos
Gases atmosféricos y viento	Simbióticos
Fuego	Animales
Gravedad	Seres humanos
Topografía	
Sustrato geológico	
Suelo	

Los ambientes pueden clasificarse según las características que exhiben, y determinados grupos de atributos (como pluviosidad media, temperatura, condiciones edáficas, vegetación) presentan formas típicas de vida animal. La mayor de estas unidades ambientales que emplean los ecólogos es el *bioma*, y algunos de los biomas más aceptados (tabla 1-2) se indican en la figura 1-1. Sólo algunos de ellos serán tratados en este libro, y en ocasiones consideraremos zonas intermedias entre dos biomas.

La *capacidad límite* de un ambiente dado con respecto a una población determinada se define por el nivel más allá del cual no tendrá lugar ningún aumento importante de la misma. Podemos, asimismo, calcular la *biomasa* para distintos ambientes, y ésta se computa como la suma total de toda la materia viva por unidad de superficie, incluyendo las formas de alimento almacenado. Existe, naturalmente, una relación directa e inmediata entre biomasa y capacidad límite.

Algunos ambientes, como las pluviselvas tropicales, sustentan

TABLA 1-2. SITUACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES GENERALES DE LOS BIOMAS TERRESTRES QUE SE DESCRIBEN EN ESTE LIBRO (SEGÚN BILLINGS, 1970)

Bioma	Principales localidades	Precipitación, mm/año	Temperatura, °C (máximos y mínimos diarios)	Suelos
Pluviselva tropical	América central (costa atlántica)	1.270-12.700	Poca variación anual	Principalmente lateritas rojizas
	Cuenca amazónica	Tipo ecuatorial: frecuentes tormentas torrenciales	Máx.: 29-35	
	Costa brasileña		Mín.: 18-27	
	Costa africana occidental			
	Cuenca del Congo			
	Malaya	Tipo de vientos alisios: lluvias constantes casi diarias	Sin período frío	
	Indias orientales			
	Filipinas			
	Nueva Guinea			
	NE de Australia	Sin período seco		
	Islas del Pacífico			

TABLA 1-2. *(Continuación)*

Sabana tropical	América central (costa pacífica) Cuenca del Orinoco Brasil, S de la cuenca amazónica N de África central África oriental S de África central Madagascar India SE asiático Australia septentrional	250-1.900 Tormentas en la estación cálida Casi sin lluvia en la estación fría Largo período seco durante el sol bajo	Considerable variación anual; no existe realmente período frío *Estación lluviosa (sol alto):* Máx.: 24-32 Mín.: 18-27 *Estación seca (sol bajo)* Máx.: 21-32 Mín.: 13-18 *Estación seca (sol más alto)* Máx.: 29-40 Mín.: 21-27	Algunas lateritas; considerable variedad
Praderas templadas	Norteamérica central Europa oriental Asia central y occidental Argentina Nueva Zelanda	300-2.000 Distribuidos regularmente a lo largo del año o con un máximo en verano Nieve en invierno	*Invierno* Máx.: –18-29 Mín.: –28-10 *Verano* Máx.: 21-49 Mín.: –1-15	Suelos negros de pradera Suelos castaños y pardos. Casi todos tienen una capa caliza

TABLA 1-2. SITUACIÓN Y CONDICIONES A
TERRESTRES QUE SE DESCRIBEN EN

Bioma	Principales localidades	Precipitació
Pluviselva tropical	América central (costa atlántica) Cuenca amazónica Costa brasileña Costa africana occidental Cuenca del Congo Malaya Indias orientales Filipinas Nueva Guinea NE de Australia Islas del Pacífico	1.270-12.7 Tipo ecuato frecuente tormenta torrencia Tipo de vie alisios: llu constante diarias Sin período

TABLA 1-2.

Sabana tropical	América central (costa pacífica) Cuenca del Orinoco Brasil, S de la cuenca amazónica N de África central África oriental S de África central Madagascar India SE asiático Australia septentrional	250-1. Tormentas estación Casi sin llu estación Largo perío durante bajo
Praderas templadas	Norteamérica central Europa oriental Asia central y occidental Argentina Nueva Zelanda	300-2.000 Distribuido regularm largo del con un m en veran Nieve en in

...MBIENTALES GENERALES DE LOS BIOMAS
...N ESTE LIBRO (SEGÚN BILLINGS, 1970)

...n, mm/año	Temperatura, °C (máximos y mínimos diarios)	Suelos
...0 ...orial: ...es ...as ...ales	Poca variación anual Máx.: 29-35 Mín.: 18-27	Principalmente lateritas rojizas
...ntos ...uvias ...es casi	Sin período frío	
... seco		

(Continuación)

...en la ...cálida ...via en la ...fría ...odo seco ...el sol	Considerable variación anual; no existe realmente período frío *Estación lluviosa (sol alto):* Máx.: 24-32 Mín.: 18-27 *Estación seca (sol bajo)* Máx.: 21-32 Mín.: 13-18 *Estación seca (sol más alto)* Máx.: 29-40 Mín.: 21-27	Algunas lateritas; considerable variedad
...s ...nente a lo ...l año o ...náximo ...o ...vierno	*Invierno* Máx.: −18-29 Mín.: −28-10 *Verano* Máx.: 21-49 Mín.: −1-15	Suelos negros de pradera Suelos castaños y pardos. Casi todos tienen una capa caliza

TABLA 1-2. *(Continuación)*

Bioma	Principales localidades	Precipitación, mm/año	Temperatura, °C (máximos y mínimos diarios)	Suelos
Bosque caduco templado	Norteamérica oriental Europa occidental Asia oriental	630-2.300 Distribuidos regularmente durante el año Sequías raras Poca nieve	*Invierno* Máx.: –12-21 Mín.: –29-7 *Verano* Máx.: 24-38 Mín.: 15-27	Podsólicos gris-pardo Podsólidos rojos y amarillos
Bosque de coníferas septentrional	Norteamérica septentrional Europa septentrional Asia septentrional	400-1.000 Distribuidos regularmente Mucha nieve	*Invierno* Máx.: –37 a –1 Mín.: –54 a –9 *Verano* Máx.: 10-21 Mín.: 7-13	Verdaderos podsoles Suelos de turba En algunos lugares, algo de *permafrost* en profundidad
Tundra ártica	Norteamérica septentrional Groenlandia Eurasia septentrional	250-750 Nieve considerable	*Invierno* Máx.: –37 a –7 Mín.: –57 a –18 *Verano* Máx.: 2-15 Mín.: –1 a –7	Rocoso o pantanoso Terreno muy modelado

muchas distintas formas de vida vegetal y animal, mientras que otros, como la tundra ártica, pueden mantener sólo unas cuantas especies. El *índice de diversidad* de cualquier comunidad puede expresarse como la relación entre el número de especies y el de individuos. Los índices de diversidad (y también la densidad de las especies) tienden a ser más elevados en los biomas tropicales y más bajos en los biomas árticos. Los índices son también localmente altos en aquellas regiones que representan transiciones entre biomas principales. A estas zonas se las denomina *ecotonos,* y el hecho de que los ecotonos tiendan a presentar mayor densidad y diversidad que las comunidades que los flanquean se conoce como *efecto de borde.* Por ejemplo, en una zona de transición entre un bosque y una pradera, se encontrarán especies que son características de ambos ambientes principales, así como organismos que están adaptados a explotar la interfase entre ambos. En general, pues los ecotonos se caracterizan por densidades elevadas y por una gran diversidad.

Otro concepto utilizado por los ecólogos es el de *nivel trófico,* que es una medida de la distancia que existe entre un determinado organismo y la utilización directa de la energía solar. Las plantas verdes, que emplean y transforman la energía solar, representan el primer nivel trófico. Algunos animales sólo comen plantas, y tales *herbívoros* se encuentran en el mismo nivel, el segundo. Otros, como los lobos, subsisten depredando a herbívoros, y estos *carnívoros* se encuentran en el tercer nivel, porque su alimento está separado por un peldaño de la dependencia directa de las plantas. Pero otros tipos de animales, como los otarios, por ejemplo, comen peces, que a su vez se alimentan con peces más pequeños, que dependen de formas vegetales aún más diminutas. En este caso los otarios se encuentran en el cuarto nivel trófico. Y si en el ambiente hubiera seres humanos y cazaran los leones de mar (como hacen los esquimales), se trataría de consumo en el quinto nivel (fig. 1-6). Es evidente que los seres humanos, por ser omnívoros, se sitúan a caballo de varios niveles tróficos. Existe un valor de supervivencia asociado a esta flexibilidad; un animal que depende para su comida únicamente de una o dos plantas o animales se encuentra en graves dificultades cuando este alimento escasea. Volveremos de nuevo a este notabilísimo aspecto de la adaptabilidad humana: su enorme flexibilidad.

TABLA 1-2.

Bioma	Principales localidades	Precipitació
Bosque caduco templado	Norteamérica oriental Europa occidental Asia oriental	630-2.300 Distribuido regularm durante Sequías rar Poca nieve
Bosque de coníferas septentrional	Norteamérica septentrional Europa septentrional Asia septentrional	400-1.000 Distribuido regularm Mucha niev
Tundra ártica	Norteamérica septentrional Groenlandia Eurasia septentrional	250-750 Nieve consi

(Continuación)

n, mm/año	Temperatura, °C (máximos y mínimos diarios)	Suelos
s nente el año as	*Invierno* Máx.: –12-21 Mín.: –29-7 *Verano* Máx.: 24-38 Mín.: 15-27	Podsólicos gris-pardo Podsólidos rojos y amarillos
s nente ve	*Invierno* Máx.: –37 a –1 Mín.: –54 a –9 *Verano* Máx.: 10-21 Mín.: 7-13	Verdaderos podsoles Suelos de turba En algunos lugares, algo de *permafrost* en profundidad
iderable	*Invierno* Máx.: –37 a –7 Mín.: –57 a –18 *Verano* Máx.: 2-15 Mín.: –1 a –7	Rocoso o pantanoso Terreno muy modelado

Un concepto que está estrechamente relacionado con el de nivel trófico es el de *cadena trófica* o *alimentaria;* describe simplemente las rutas que la energía sigue a través de cualquier ecosistema (fig. 1-7). En último término, toda la energía que llega a la superficie de la Tierra procede del Sol, y las plantas verdes poseen la capacidad de fijar y transformar la energía solar, mediante el proceso de la fotosíntesis, en sus propios materiales orgánicos estructurales y en azúcares y carbohidratos que se almacenan. Luego esta vegetación es comida, digerida y sintetizada de nuevo por los herbívoros, como hemos visto, que a su vez pueden ser devorados por carnívoros o por depredadores omnívoros, como los seres humanos. De este modo la energía fijada por la fotosíntesis es transmitida al primer lugar de la cadena trófica y puesta a disposición de todo el reino animal.

Si examinamos el flujo de energía desde el punto de vista de una determinada especie vegetal o animal, pronto nos damos cuenta de que la cadena trófica es una simplificación poco realista. La mayoría de animales consumen más de una especie de organismos, y a su vez son consumidos por muchas otras. Las interrelaciones de organismos, en tanto que herbívoro o depredador carnívoro, deben complementarse por el fenómeno del parasitismo. Cuando intentamos analizar la situación en detalle descubrimos no una cadena trófica lineal, sino una *red trófica* sistémica (fig. 1-8).

Este concepto de red trófica nos lleva a considerar un importantísimo principio que caracteriza a toda la naturaleza. Las relaciones entre los componentes de un ecosistema no son *lineales* (como se indica en la cadena trófica simplificada de la fig. 1-7), sino *sistémicos* (como se indica en la fig. 1-8). En esta situación típica existen múltiples interacciones entre todos los componentes del hábitat; interacciones que no sólo implican consumo y parasitismo, sino variedades de competencia, espacio vital, temperatura, pluviosidad, producción de materiales de desecho, etc.

Así, pues, el ecosistema es una ordenación muy compleja de componentes, de tal modo que un cambio en cualquiera de los componentes afecta a la mayoría de los demás, sino a todos. La moraleja de todo ello es que si alteramos intencionadamente cualquier componente de este sistema (por ejemplo, mediante el re-

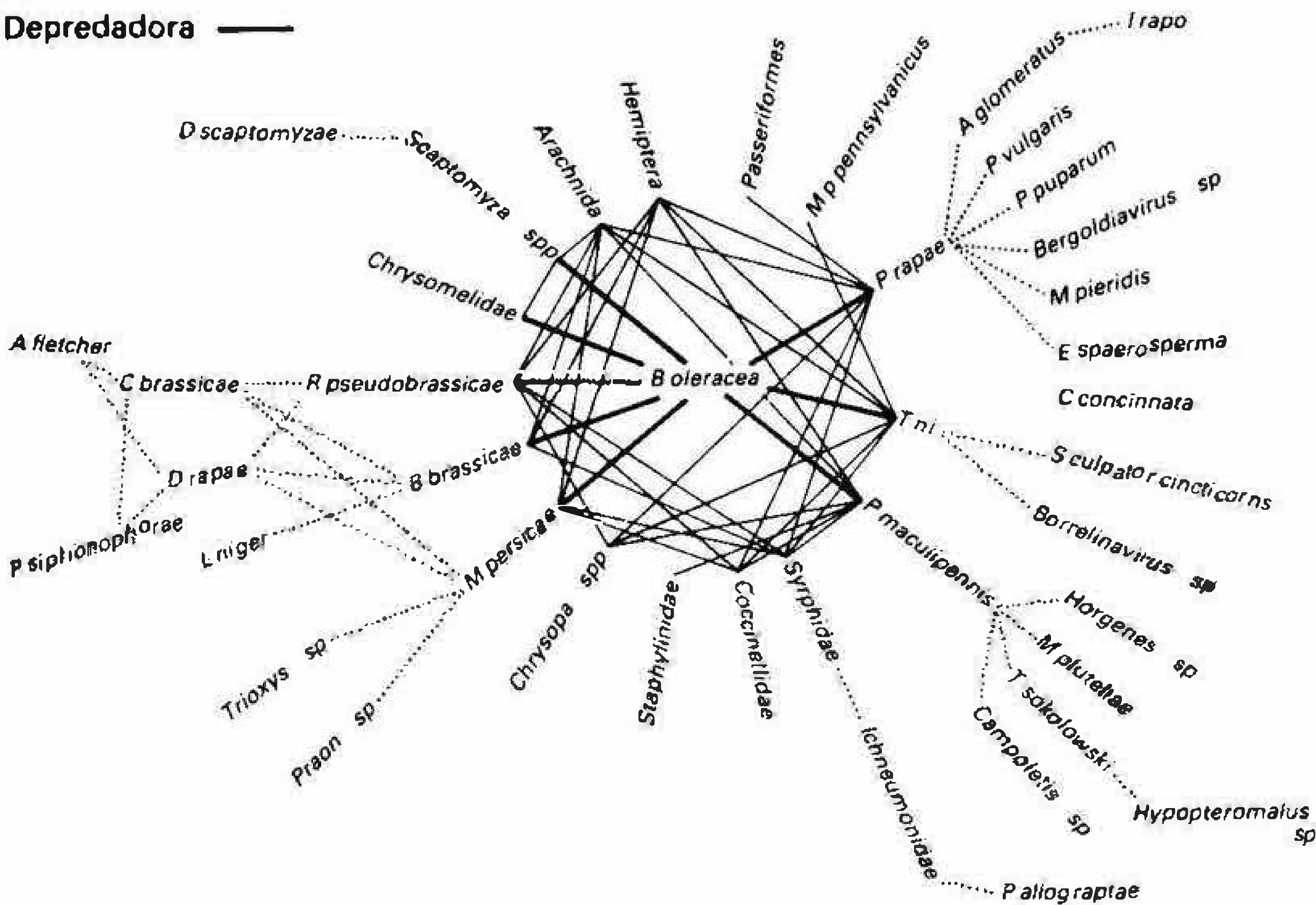


Fig. 1-8. El esquema de la figura ilustra únicamente las 50 especies más abundantes que, directa o indirectamente, obtienen sus recursos energéticos a partir de la col, *Brassica oleracea* (según D. Pimentel, 1966). En conjunto, 210 especies se hallan implicadas en esta red trófica increíblemente compleja. Es evidente la amplia interdependencia de tales especies. La complejidad de una red trófica es tal que hasta la actualidad, nadie ha conseguido desenmarañar la pauta completa de las relaciones tróficas de ninguna comunidad natural.

presamiento de un río o la desecación de una turbera), podemos alterar todo el sistema de una forma impredecible. La expresión de tales cambios en los ecosistemas es teóricamente predecible, pero en la práctica el sistema suele ser tan complejo que resulta imposible una predicción fiable del resultado.

PLAN DEL LIBRO

Nuestro examen de los distintos ecosistemas está organizado con el fin de destacar determinados puntos. Como hemos visto, la

ecología es el estudio de las relaciones de intercambios de materia y energía en los sistemas naturales, y en último término, es el Sol el origen de toda la energía que accede a la superficie de la Tierra. Por ello, el grado de *insolación,* la radiación solar efectiva, que llega a un determinado bioma debería hallarse directamente relacionado con la biomasa del mismo. Las regiones tropicales presentan efectivamente la mayor biomasa y los mayores índices de diversidad de todos los biomas terrestres,[1] y a medida que nos alejamos del ecuador los biomas tienden a una menor productividad de biomasa por unidad de superficie (tabla 1-3), y menores índices, de diversidad. Estos hechos, a su vez, han tenido un profundo efecto sobre la forma en que los seres humanos han explotado los distintos ambientes y han sido los responsables de las

TABLA 1-3. DATOS MUNDIALES DE PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA

Ecosistema	Superficie 10^8 hectáreas	Producción primaria neta media, kJ/m^2/año	Producción primaria neta total mundial, 10^9 MJ/año
Selva tropical	20	37,80	756
Sabana tropical	15	13,23	198
Bosque caduco templado	18	24,75	446
Pradera templada	9	9,45	85
Bosque de coníferas septentrional	12	15,12	181
Tundra	8	2,65	21
Tierras agrícolas	14	12,29	172
Océano (alta mar)	332	2,42	803

Esta tabla indica la superficie aproximada y la productividad de los biomas que se comentan en este libro, a ellos se han añadido las tierras agrícolas y los océanos, a efectos comparativos.

kJ = kilojoule; MJ = megajoule. El joule es una unidad de energía = 1 watt/segundo = 10^7 erg = 0,239 calorías. (Datos de Odum.)

1. Debido a la nubosidad sobre estas regiones ecuatoriales con pluviosidad elevada, la insolación efectiva se halla reducida. Los niveles más elevados se han registrado en regiones tropicales áridas.

diferencias estructurales en los ecosistemas humanos de varios biomas. Demostraremos que, cuanto mayor es la distancia desde las latitudes tropicales, más larga es la cadena alimentaria, más bajas las densidades de población de seres humanos, y más compleja la tecnología que se precisa para sobrevivir. Esta última generalización implica que el ambiente ártico habría sido el último hábitat que los seres humanos ocuparon con éxito, y así ha sido en realidad.

La colonización humana del mundo comenzó, lo que no es una sorpresa, en los trópicos y subtrópicos, donde hay plantas abundantes y variadas. Sólo en tiempos relativamente recientes alcanzó el Ártico, donde los hombres dependen de otros depredadores para el alimento (osos, focas, etc.), y estas especies, a su vez, de gran número de animales más pequeños que, como hemos visto, en último término, están subordinados al alimento vegetal. La caza y desuello efectivos de grandes animales, como osos y focas, requiere una tecnología y un sistema de transporte complejos; puesto que ni osos ni focas se hallan densamente distribuidos en el ambiente (hacen falta muchos peces para sustentar a un oso o a una foca) y son difíciles de capturar, los seres humanos en el Ártico pueden ser sustentados sólo en número reducido. En contraste con las adaptaciones en el Ártico, las poblaciones humanas más densas del globo, en la actualidad, se hallan en aquellas zonas tropicales donde existe una dependencia básica de los recursos vegetales (Sudeste asiático, por ejemplo).

Empezaremos con una descripción y análisis de la selva tropical y presentaremos el marco evolutivo de la especie humana, desde un primate arbóreo y habitante de la selva, hasta una forma bípeda, terrestre, adaptada al ecotono selva tropical/sabana. También consideraremos algunos pueblos modernos que viven en los bosques (capítulo II). Luego seguiremos a los homínidos más primitivos (los *australopitecinos*) en la sabana, examinaremos los restos de sus actividades y de las de sus sucesores, e intentaremos reconstruir su ecosistema, cómo pudo haber sido hace 2-3 millones de años. Con fines de comparación, nos detendremos también en un grupo propio de la sabana y conocido etnográficamente, los hadza, que subsisten mediante la caza y la recolección (capítulo III).

En un período posterior, los seres humanos ocuparon no sólo

las regiones tropicales y subtropicales del Viejo Mundo, sino que también irradiaron hacia latitudes más septentrionales. El que una región determinada fuera templada o más bien fría dependía de si las condiciones que prevalecían en la época de ocupación eran interglaciales o glaciales. Durante el Gran Interglacial (hace aproximadamente 350.000-250.000 años), la zona situada exactamente al sudoeste de Pekín (China) sustentaba un bioma de bosques templado. La cueva de Chucutién ha proporcionado indicios de que el hombre ocupó la zona durante un extenso período de tiempo, e intentaremos delimitar la naturaleza de sus relaciones ecológicas mediante el examen de los abundantes restos arqueológicos que se han recuperado de dicho yacimiento. También examinaremos adaptaciones humanas más recientes al bosque templado: los grupos de cazadores de indios americanos, tal como se conocían en la época de contacto con los europeos (capítulo IV).

Por lo general, junto al bosque templado se halla un bioma denominado pradera septentrional, y ambos están limitados al norte por la taiga, o bosque boreal. El examen de la naturaleza del bioma de la taiga, en el capítulo V, indicará por qué tan pocos grupos humanos ocupan este hábitat y por qué, cuando lo hacen, siempre explotan, asimismo, las regiones adyacentes. En tiempos prehistóricos, los yacimientos españoles de Torralba y Ambrona estuvieron habitados durante un período de frío glacial, hace al menos 350.000 años, y los perfiles polínicos fósiles indican que algunas de las agrupaciones humanas utilizaban el ecotono entre la pradera septentrional y la taiga. Los datos que poseemos de estas ocupaciones nos indican el aprovechamiento de la taiga más antigua que se conoce. El ejemplo etnográfico que utilizaremos para dilucidar una forma de adaptación moderna a la taiga es el de los tunguses, un pueblo siberiano que pastorea renos (capítulo V).

Se ha calificado a la auténtica tundra de desierto frío, porque sustenta muy poca vida, tanto en términos de número de plantas y animales como en variedad de especies. La primera ocupación próspera de este bioma fue la del Magdaleniense, una cultura conocida arqueológicamente que caracterizó el Pleistoceno terminal de Europa occidental (hace unos 12.000 años). El estudio del Magdaleniense estará seguido por una descripción de los grupos

esquimales conocidos desde el punto de vista etnográfico (capítulo VI).

En nuestras descripciones de los ecosistemas humanos de estos biomas se emplearán ejemplos acreditados arqueológicamente y documentados por la etnografía, para ilustrar determinados principios ecológicos y para demostrar que las sociedades humanas pueden interpretarse con provecho desde un punto de vista ecológico. Esta perspectiva debe distinguirse del simple *determinismo ambiental,* que afirma que la forma y la estructura de las culturas, así como las capacidades psicológicas de las distintas razas de la humanidad, son directamente explicables con referencia a unos pocos factores ambientales. El enfoque ecológico también nos ayuda a evitar la trampa del *reduccionismo psicológico;* esta teoría sostenía que todas las variaciones culturales eran el resultado de las preferencias psicológicas de los portadores de cultura, limitados únicamente por los accidentes históricos; que no existía regularidad en los sistemas culturales y, de hecho, que la cultura no era una sistema apropiado, sino «una cosa hecha de jirones y retazos».

La tesis que aquí se sigue es que la ecología humana trata, ante todo, de datos fundamentales acerca de los grupos humanos: su hábitat, su nicho ecológico, los recursos alimentarios y energéticos de su ambiente y la extracción de dichos recursos.[2] Es claro que estos medios básicos por los que las personas consiguen su subsistencia no son en absoluto los únicos determinantes de la cultura humana. Sin embargo, constituyen datos sin los que posiblemente no se podría entenderla. La cultura es el producto de la naturaleza, de la historia y del ambiente humano; cada uno de ellos limita, pero cada uno permite y dirige, el crecimiento de la creatividad individual y el florecimiento de la sociedad humana.

2. La ecología humana trata, asimismo, de las aplicaciones biológicas que las distintas razas presentan a los diferentes biomas. Se trata por lo general de factores relativamente menores en la adaptación climática y no influyen, de ninguna manera importante o aparente, en las culturales o en la capacidad de extracción de recursos, que es el objetivo primordial de este libro. Se comentan detalladamente en Weiner.

Además, se espera que al utilizar principios ecológicos para el análisis, se pueda ver no sólo que cada sistema cultural funciona como un subsistema de nuestro ecosistema total, sino también que la humanidad, a pesar de abrumadores avances tecnológicos, forma todavía parte del mundo natural y arriesga su supervivencia, como especie, cuando se ignora este hecho básico.

En los capítulos finales (VII-X) tratamos de algunas adaptaciones humanas distintivas: la caza y la recolección, el pastoreo, la agricultura y la vida urbana. Aquí podemos ver, con mayor detalle, de qué modo el género humano en su conjunto ha utilizado su ambiente mediante estas aplicaciones, cada vez más poderosas.

Finalmente (capítulo XI) adoptamos un punto de vista más amplio para vislumbrar hacia dónde parecen llevarnos nuestras adaptaciones. No hay duda de que nuestro estilo de vida occidental, que por conveniencia llamaremos formalmente *cultura occidental* (el estilo de vida europeo y americano) y que puede caracterizarse por una vida urbana, basada en una tecnología agrícola avanzada, proporciona a los seres humanos la posibilidad de llevar una vida fructífera, feliz, creativa y remuneradora. Sin embargo, no todo el mundo puede medrar entre las tensiones variadas, y con frecuencia intensas, de las ciudades modernas, densamente pobladas; los que lo consiguen deben considerarse afortunados. En otras partes, entre los habitantes del mundo, la mayoría vive en gran pobreza, y muchos de ellos sufren graves deficiencias alimentarias. Su vida es, tal como Hobbes señaló, desagradable, bestial y corta. Al mismo tiempo, el precio que la humanidad, en su conjunto, paga por esta adaptación cultural occidental puede ser más de lo que el planeta logre mantener durante mucho tiempo; estamos viviendo a expensas del capital del planeta, de sus recursos no renovables, y el daño que ello supone para nuestro ambiente puede hacerse pronto irreparable.

Bibliografía

DARWIN, C. R.: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection,* Murray, Londres, 1859.

MALTHUS, T. R.: *An Essay on the principle of Population*, Murray, Londres, 1798 (3.ª edición 1830).

LYELL, C.: *Principles of Geology*, Murray. Londres, 1830-1833.

ODUM, E. P.: *Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Co. (3.ª edición). Philadelphia y Londres, 1971.

LOWIE, R. H.: *The History of Ethnological Theory*, Rinehart Co., Inc., Nueva York, 1937.

BILLINGS, W. D.: *Plants, Man, and the Ecosystem*, Wadworth Publishing Co. Inc. (2.ª edición), Belmont, 1970.

WEINER, J. S., *The Natural History of Man*, Weidenfeld, London, 1971.

II. LA PLUVISELVA TROPICAL: NUESTRA DISTANTE CUNA

EL BIOMA

La pluviselva tropical no fue nunca ocupada por los seres humanos primitivos, pero al igual que el Ártico, en ella penetraron, en tiempos relativamente recientes, gentes con técnicas elaboradas de caza. Sin embargo, uno de los resultados más importantes de las investigaciones que los antropólogos han hecho sobre los

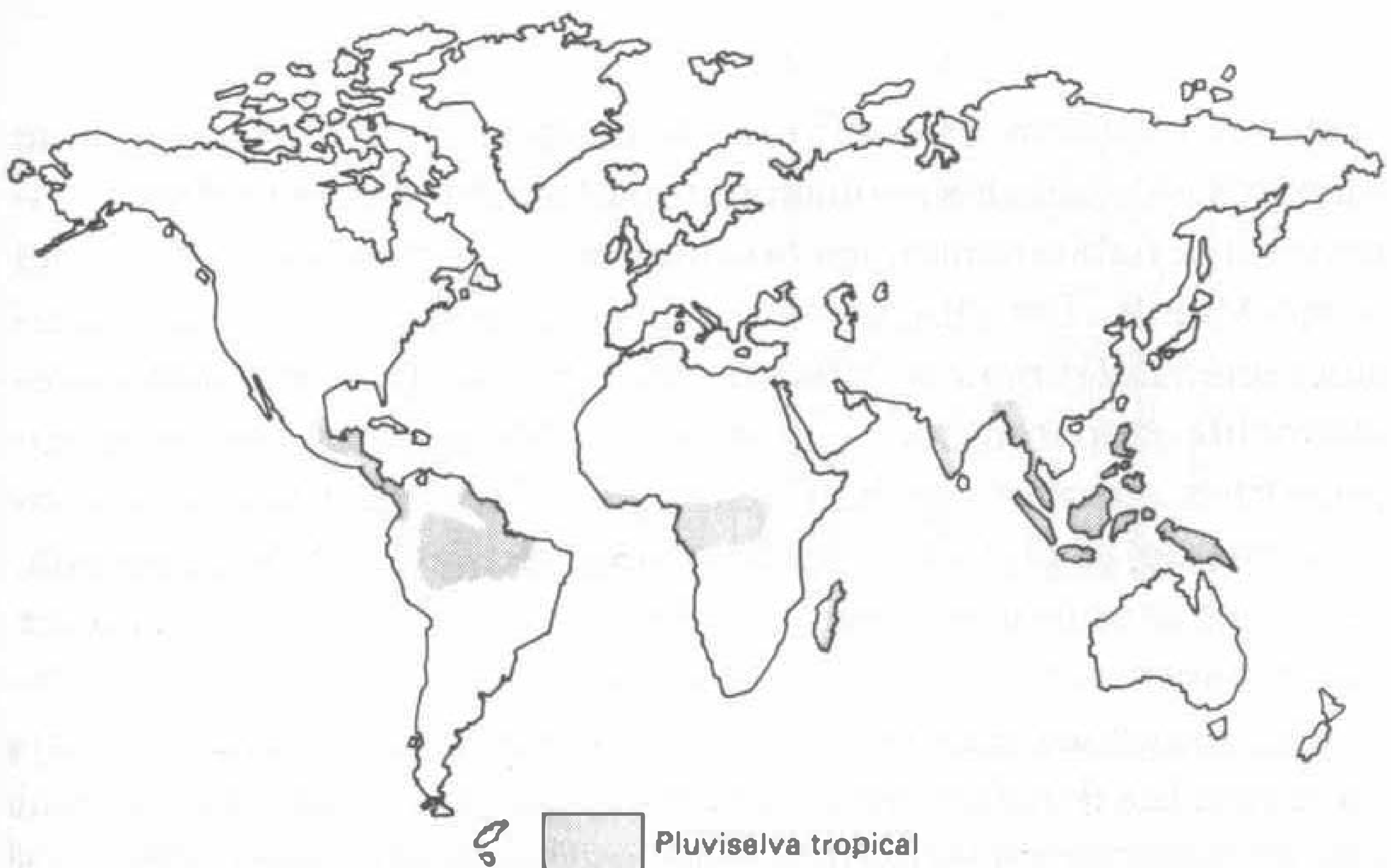


Fig. 2-1. La pluviselva tropical se sitúa sobre el cinturón ecuatorial, y se ha desarrollado como respuesta a una pluviometría elevada y regular. Desde el punto de vista orgánico es muy rica y diversa en especies.



Fig. 2-2. La pluviselva tropical de Mayombe, en el Congo occidental, donde la vegetación lujuriante y el denso dosel inferior están entremezclados con árboles siempre verdes y altísimos. *(Topham.)*

orígenes humanos es confirmar la deducción de Darwin de que nuestros antepasados evolucionaron originalmente a partir de primates que habitaban en los bosques de las regiones tropicales del Viejo Mundo. Por ello, comenzaremos este capítulo con una consideración del bioma de la selva y de cómo los primates más estrechamente emparentados con nosotros, los grandes simios antropomorfos africanos, se han adaptado a la selva. Comentaremos brevemente su dieta y su comportamiento (así como, de pasada, los de algunos monos), como fundamento sobre el que considerar los de nuestros más primitivos antepasados, que tan estrechamente emparentados estaban con los antropoides, y con los que compartieron la selva lluviosa. Los primates, un orden de mamíferos al que pertenecen los seres humanos, los simios antropomorfos y los monos, así como varios grupos peor conocidos, se caracterizan principalmente por toda una serie de adaptaciones a la vida arborícola.

Los bosques tropicales de África, América y Asia son los biomas más productivos del mundo. Aquí la variedad de vida animal llega al máximo; la pluviosidad es alta (por lo general más de 2.500 mm anuales) y bien distribuida a lo largo del año; la variación estacional de la temperatura es mínima e inferior a la variación diaria (21-32 °C). Árboles altos siempre verdes dominan el bosque, y forman el estrato superior del hábitat, creciendo hasta 35-45 metros, mientras que otros alcanzan a veces una altura superior. Más bajo crece el estrato medio, cuyos árboles ocupan espacios relativamente extensos entre los del estrato superior. Por debajo, en los espacios restantes, hay una capa casi continua de árboles más pequeños, de 8 a 15 metros de altura (fig. 2-3). Dichos árboles presentan una densa masa de lianas arbóreas y de epífitos, y utilizan lo que queda de la radiación solar que atraviesa los nive-

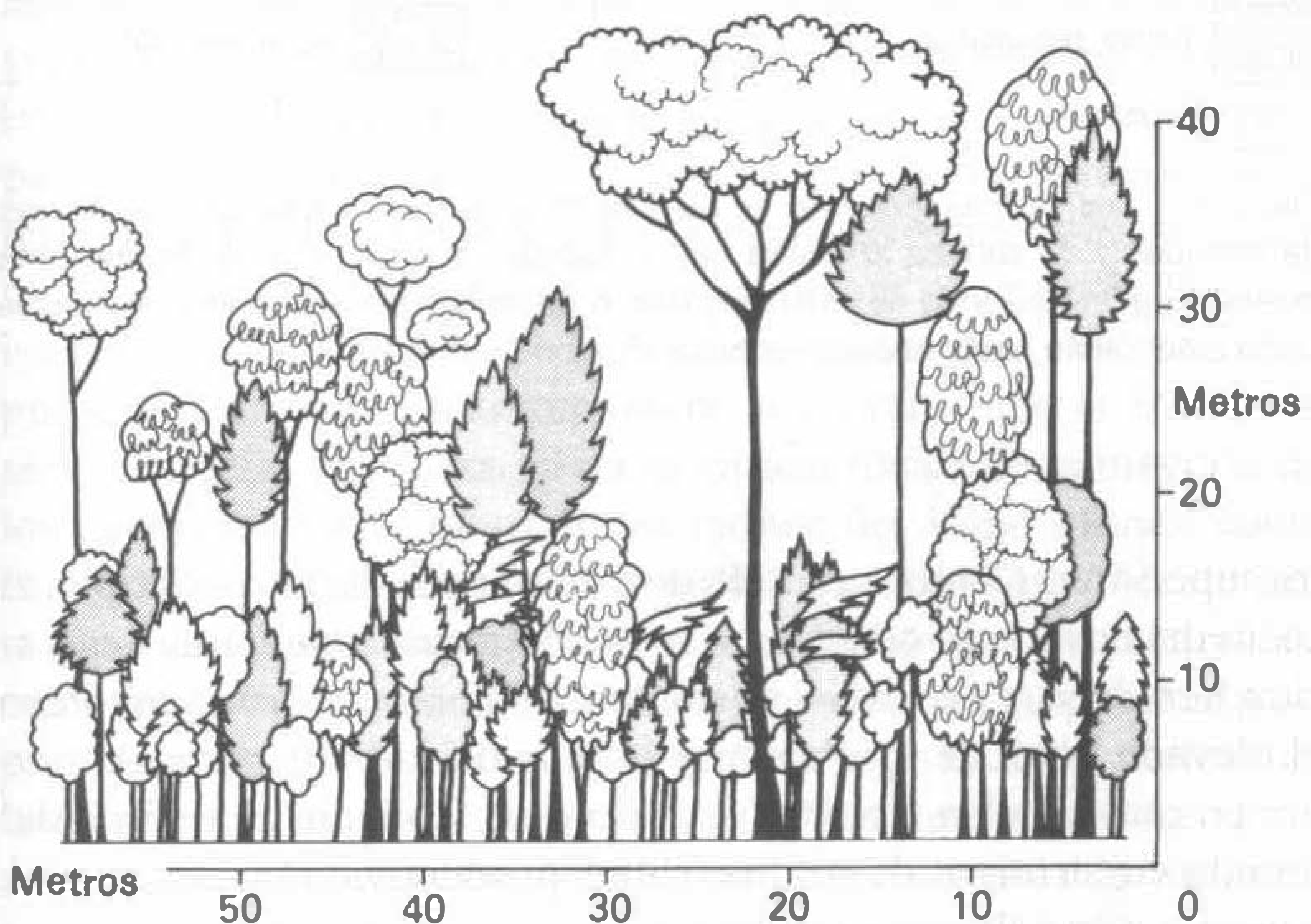


Fig. 2-3. Diagrama esquemático de una franja en pluviselva tropical en Nigeria, que muestra la altura de la bóveda y su estratificación. Hay tres regiones principales de pluviselva tropical: las cuencas del Amazonas y del Orinoco y el istmo centroamericano; las cuencas del Congo, Níger y Zambeze en África central y occidental, así como partes de Madagascar; y regiones de Indonesia, Malaya, Borneo y Nueva Guinea. Todas estas selvas presentan varias especies de monos y, en el Nuevo Mundo, de simios. En Madagascar sólo hay lemures.

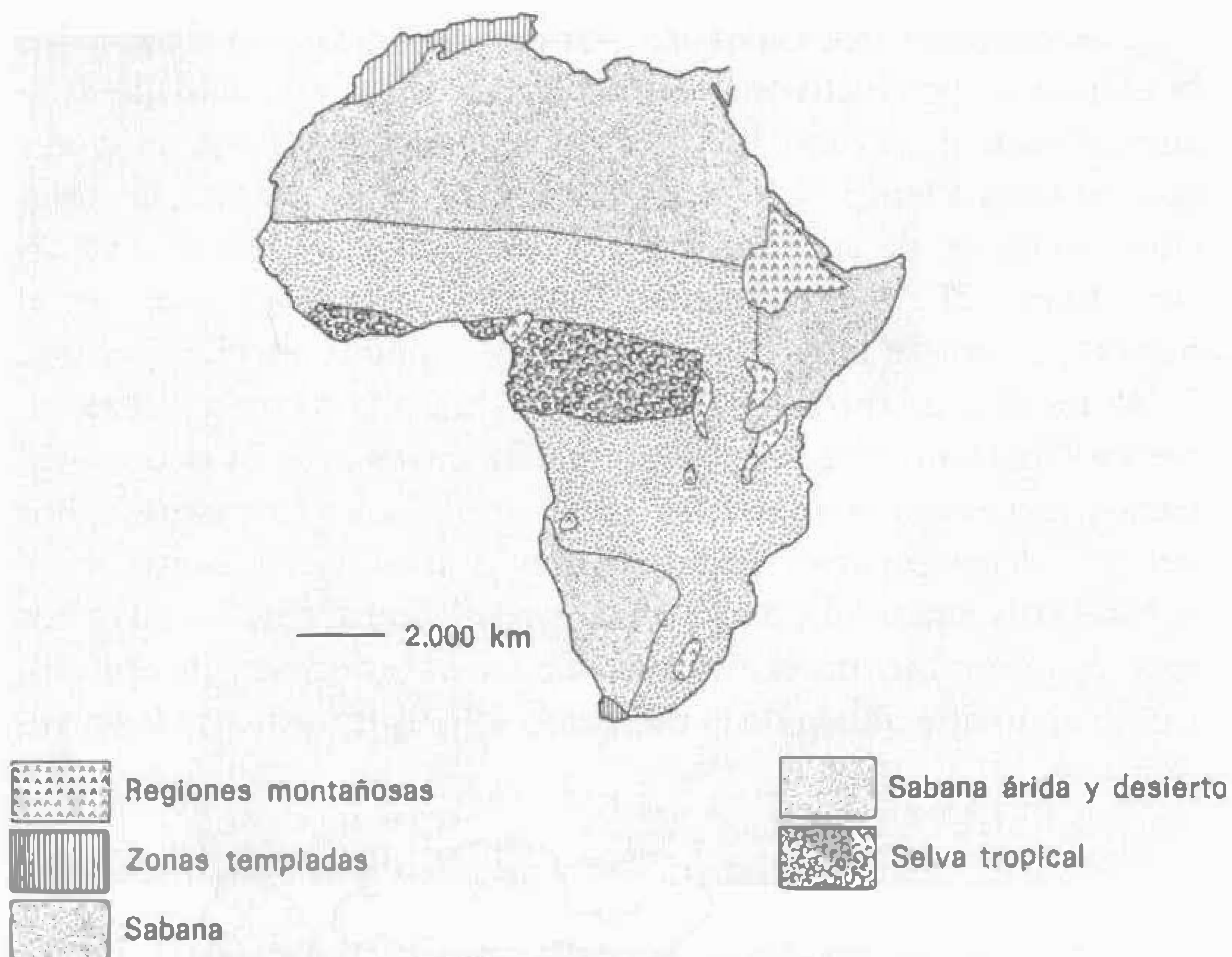


Fig. 2-4. Los biomas africanos se centran en la pluviselva tropical y las tierras de bosques y de sabana arbolada que la rodean, que en conjunto cubren una extensa región de tierras de caza muy rica. A principios del Mioceno la pluviselva pudo extenderse hasta la costa oriental. (Según Odum.)

les superiores. Como resultado de esta bóveda densa y múltiple, el suelo del bosque posee sólo un reducido recubrimiento de vegetación herbácea, y partes del mismo pueden hallarse desnudas. Pero el elevado nivel de insolación y la pluviosidad alta y regular suponen que la selva tropical sea uno de los biomas más ricos del mundo en términos de su diversidad, productividad y materia orgánica potencialmente comestible.

LOS SIMIOS AFRICANOS

Las pruebas de que se dispone en la actualidad sugieren que los mamíferos ancestrales que evolucionaron hasta llegar a los pri-

mates eran animales terrestres muy pequeños, estrechamente emparentados con las musarañas actuales. Con una dieta de insectos, huevos y posiblemente alguna materia vegetal blanda, estos animales explotaron el suelo del bosque, y probablemente subían por los troncos de los árboles en busca de insectos. Mientras fueron pequeños tal vez mostraron adaptaciones paralelas a las que en la actualidad vemos en las ardillas, pero ocupaban un nicho distinto en la selva. Mientras que en los bosques templados actuales las ardillas se alimentan exclusivamente de brotes, nueces y semillas, los primates primitivos eran insectívoros y sólo lentamente se fueron adaptando a una dieta en la que predominaba lo vegetal.

El cambio en la tendencia alimenticia de la dieta de los primates, en un ambiente de bosque, fue la clave de la evolución de monos y antropoides. Mientras que la mayoría de especies de primates superiores se mantuvieron omnívoras, pero obtenían la mayor parte de sus calorías a partir de la vegetación de la selva, un grupo importante de monos, los Colobinos, se hizo enteramente herbívoro y desarrolló un estómago grande, saculado y plegado para facilitar la digestión de la celulosa, parecido al de los rumiantes. El hecho de que no todos los primates arborícolas se adaptaran a una dieta completamente herbívora es extremadamente importante: al conservar el gusto para la carne, los primates pudieron dar origen a un omnívoro avanzado como el *Homo sapiens*. Por ello una dieta mixta es característica de la mayoría de los demás primates, tanto de los monos del Viejo Mundo como de los simios. Tal adaptación significa que estas especies de primates permanecieron adaptables y por ello fueron capaces de cambiar de bioma cuando las condiciones fueron propicias. Ejemplos bien conocidos incluyen los papiones y babuinos, de los que muchas especies viven en la actualidad en praderas abiertas sin árboles o con muy pocos. Aunque son básicamente vegetarianos, matan pequeños mamíferos y en ocasiones han sido vistos cazando en grupos (fig. 2-5). Otras varias especies de monos viven en terreno abierto y han cambiado su dieta en consecuencia.

De los dos grandes antropoides africanos, el gorila, que ha sido estudiado detalladamente por Schaller y Fossey, ingiere una dieta vegetal muy variada: principalmente plantas jugosas, o la médula y la corteza de hierbas, lianas y bambú, según la altitud y la es-

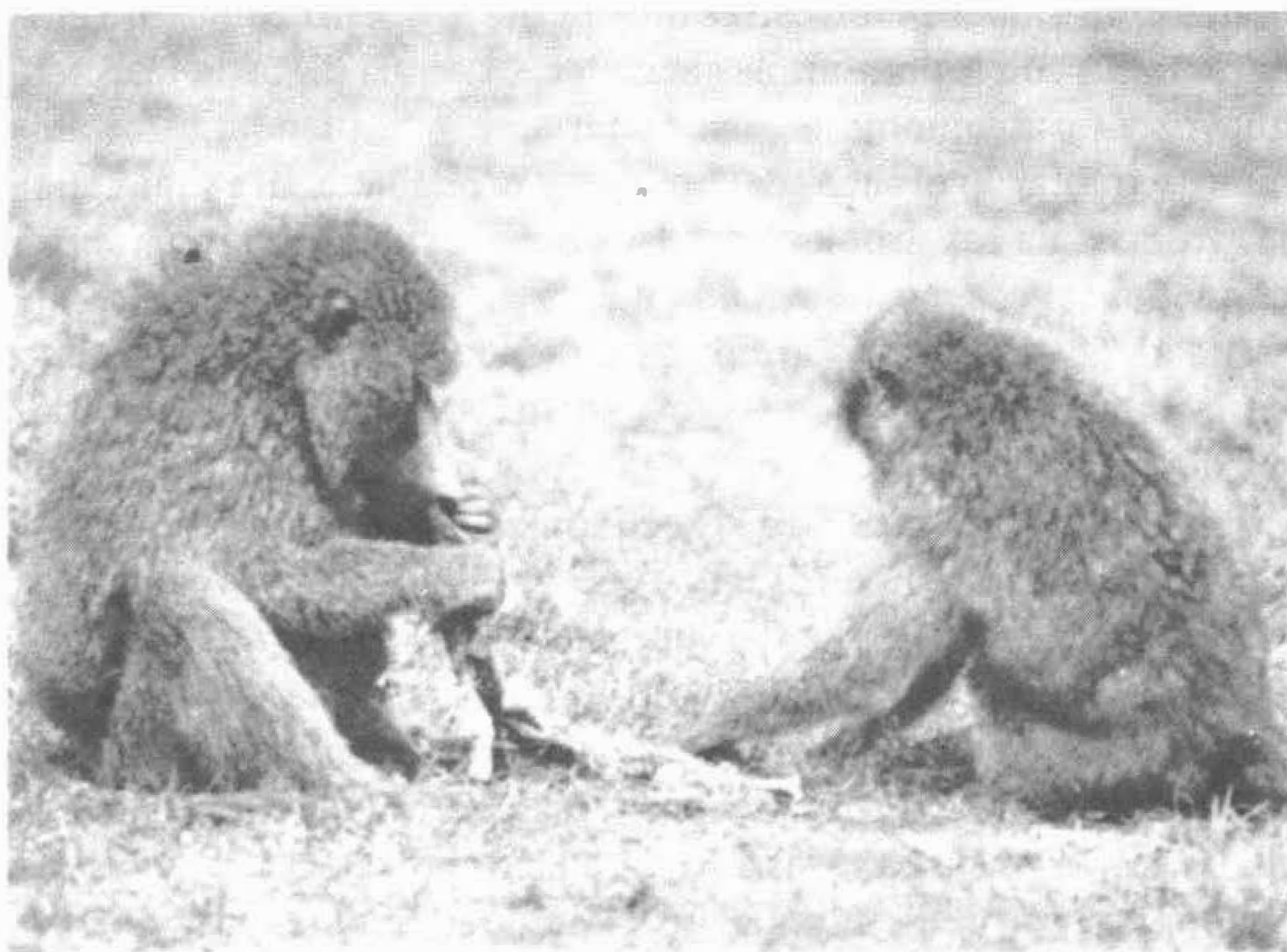


Fig. 2-5. La dieta de los papiones está compuesta casi por entero de brotes herbáceos, pero en determinadas circunstancias llegan a comer carne e incluso a cazar. Muchos primates superiores poseen esta capacidad de pasar a una dieta omnívora. *(Shirley Strum.)*

tación. Schaller registró 100 plantas distintas utilizadas como alimento en la zona en la que él estudió, pero los frutos no constituían una parte significativa del régimen.

Los estudios de chimpancés dieron resultados bastante distintos. Reynolds señala que en Uganda la fruta constituye el 90% del total del alimento consumido, las hojas y cortezas el 9%, y los insectos sólo el 1%. Los chimpancés de bosques más abiertos, que Jane Goodall estudió en Tanzania, presentaban una dieta más variada, y aunque eran principalmente frugívoros, también comían regularmente hormigas y termes, orugas, miel, aves y sus huevos, y de vez en cuando carne de mamífero (fig. 2-6). Los chimpancés cazan y descuartizan monos jóvenes que luego se comen con deleite. A partir del examen de las heces se demuestra que en Gombe comen asimismo colobos rojos, micos de África del Sur, guenones de cola roja, cervicabras y jabalíes de río. Los chimpancés son

muy adaptables en su dieta, que es muy diversa, y tal adaptabilidad se observa asimismo en gorilas, que aunque en la naturaleza son herbívoros se acostumbran rápidamente a comer carne en cautividad. Compartimos con estos antropoides esta capacidad para un régimen omnívoro y diverso.

Sin embargo, hemos de ver más allá de la propia dieta para considerar cómo se distribuyen las poblaciones de primates con respecto al alimento y al territorio. Esto nos lleva a considerar la selva como un ecosistema en equilibrio, del que los primates son un componente, y a considerar de qué modo la selección natural ha conseguido una armonía estable entre los primates, otras especies animales, los árboles y los recursos alimentarios.

Con frecuencia se ha supuesto que la densidad de población total de una especie se halla limitada por el alimento, pero la investigación detallada de varias de ellas ha demostrado que hay otros factores distintos al alimento que con frecuencia la limitan.



Fig. 2-6. Los chimpancés de la Reserva del río Gombe, en Tanzania, disfrutan a veces de la caza y comen carne en algunas ocasiones. La carne no constituye más del 5% de su dieta, pero es muy apreciada. Aquí están compartiendo los restos de un colobo rojo. *(Jane Goodall.)*

Los únicos primates que han sido investigados desde este punto de vista son los papiones que viven en la sabana, y en su caso se ha demostrado que el factor restrictivo es la disponibilidad de árboles o promontorios rocosos en los que dormir. No conocemos suficientemente la biología de los primates de la selva para determinar exactamente las causas de las densidades observadas: no existe una relación simple y directa entre la población y la cantidad de alimento disponible o cualquier otro aspecto único del ambiente. Las densidades en los primates no humanos varían desde 40 individuos por km^2 en los monos aulladores hasta entre 1, 2 y 4 individuos por km^2 en los chimpancés, y hasta 0,4 por km^2 en los gorilas. Los datos sobre el ciclo biológico son también significativos, pero nuevamente su efecto directo sobre la densidad de población sigue sin ser clara. La gestación de los chimpancés dura 33 semanas, la ovulación cesa después del alumbramiento y no vuelve a reanudarse hasta unos tres años después, cuando se desteta a la cría. Al mismo tiempo puede haber una tasa de mortalidad entre los monos infantiles y juveniles de cerca del 45%. El tamaño de la población puede oscilar un poco como ocurre en muchos mamíferos, pero esto se produce muy por debajo del punto en el que se agotarían los recursos alimentarios.

Un factor importante en la biología de los primates que *está* limitado por el alimento es la formación y el tamaño de los grupos sociales, o manadas. Tal formación resulta posible por una determinada densidad de los recursos alimentarios. Todos los primates superiores del Viejo Mundo viven en rebaños (con excepción del langur, el orangután y el gibón), pero las especies que se hallan adaptadas al hábitat terrestre y viven en regiones subdesérticas, como el papión sagrado, se escinden en pequeños grupos «familiares», cada uno de ellos dominado por un macho, durante el día, momento en el que se dispersan sobre una amplia zona para alimentarse de recursos escasos y diseminados. Allí donde la densidad alimentaria favorece la formación de grupos permanentes, porque permite que todos sus componentes coman en una zona limitada, los primates obtienen algunos beneficios evidentes. Una de las características más valiosas es la posibilidad de que un individuo aprenda por observación de otro mayor y más experimentado, sea éste un padre o un compañero. Cualquier disposición que

facilite la transmisión de comportamientos útiles es ventajosa para una especie que depende del aprendizaje para desarrollar su repertorio de conducta completo. Una segunda ventaja de la formación de grupos sociales es que permite la protección de las hembras y los jóvenes por parte de los machos. Esto es excepcionalmente importante allí donde mamíferos relativamente pequeños se enfrentan a depredadores poderosos. Como protectores, los machos son sacrificables, puesto que unos pocos de ellos pueden fecundar a muchas hembras.

Podemos ver que la existencia del grupo social se hace posible por una cierta riqueza en la disponibilidad de comida. La agrupación ya asume varias funciones importantes en los primates que viven en la selva. Entre los que se hallan adaptados al ecotono selva/sabana y a la propia sabana, como veremos, los trabajos de los grupos sociales se multiplican. En la evolución de los seres humanos, las adaptaciones sociales se hacen tan importantes como las biológicas, y forman una parte integral de nuestra acomodación al ambiente.

EL ECOTONO SELVA/BOSQUE Y EL BIPEDISMO

A lo largo de los límites de la pluviselva miocénica se extendían extensas zonas de bosque, como todavía ocurre hoy (fig. 2-7). Se trata de regiones en las que la precipitación es menor e irregular; existe una sola bóveda arbórea, y los árboles suelen ser caducos. Hierbas y gramíneas constituyen la cubierta vegetal dominante. Estos bosques tropicales constituyen una característica importante en África y en Asia y, como comprobaremos, tal vez desempeñaron un papel crucial en la evolución temprana de los Homínidos. Resulta de interés especial el que los chimpancés estudiados por Jane Goodall, mencionados anteriormente, se encuentran en una zona de bosque. Aunque se trata de la misma especie que los chimpancés de la pluviselva de África central y occidental, se cree que las poblaciones de bosques consumen una mayor variedad de carne de mamífero. Debido a que el recubrimiento vegetal del suelo es de hierbas y gramíneas, el bosque presenta una fauna muy distinta a la de la densa selva lluviosa, y natu-



Fig. 2-7. Los bosques tropicales contrastan con la pluviselva, por sus árboles pequeños y su menor precipitación. Se ha estudiado extensamente a los chimpancés en este ambiente más abierto, con su fauna y flora, muy diversa, propia de los linderos del bosque. Aquí, Jane Goodall escudriña los bosques de la Reserva del río Gombe en busca de chimpancés. *(Jane Goodall.)*

ralmente ofrece menos dificultades a su penetración por parte de herbívoros y carnívoros terrestres.

Los actuales indicios acerca del curso de la evolución humana sugieren que los primeros *homínidos* (animales que pertenecen a la familia de los seres humanos y que se desarrollaron hasta dar origen al hombre moderno) evolucionaron a partir de primates antropoides, que primero ocuparon la pluviselva tropical y posteriormente se extendieron al bosque asociado a aquélla. El lindero de la selva es muy extenso, debido a irregularidades naturales de altitud y pluviometría, y a la presencia de selva o bosque a lo largo de los cauces fluviales que cruzan las llanuras más abiertas. Estos dedos de bosque de ribera son frecuentemente de naturaleza distinta a la pluviselva, pero no son menos productivos, ni menos ricos en primates. Su forma larga y estrecha significa que no hay ninguna parte de estos bosques que se encuentre muy alejada de los tropicales, y por ello hay una gran extensión del ecotono selva/bosque.

Se conocen simios fósiles de varios períodos que van de hace unos 17 millones de años hasta hace 8 millones, y de varias localidades de África oriental, Europa y la India. Todos los simios que vivían en Europa y la mayoría de los que había en Asia se extinguieron hace alrededor de 8 millones de años, cuando el clima cambió y los bosques se redujeron o desaparecieron. Las excepciones fueron el simio gigante *Gigantopithecus*, que se adaptó a un bioma de bosque/sabana más seco y sucumbió finalmente hace alrededor de un millón de años, y los que habían emigrado a las selvas del Sudeste asiático y allí evolucionaron hasta dar los gibones y el orangután.

En África encontramos fósiles que parecen haber sido antepasados de los chimpancés, los gorilas y los seres humanos, datados en unos 17 millones de años antes del presente. Sin embargo, el número de fósiles es muy limitado. Puesto que tanto el gorila como el chimpancé presentan adaptaciones anatómicas para andar sobre los nudillos (en las que las extremidades anteriores so-



Fig. 2-8. Un posible antepasado humano está representado por esta pequeña mandíbula fosilizada de Fort Teman, en Kenia, datada en unos 14 millones de años. Los caninos son significativamente menores (en relación a los demás dientes) que los observados en los simios actuales, y el esmalte es más grueso.

portan el peso sobre los nudillos y no sobre las palmas de las manos), y puesto que no existe traza alguna de estas adaptaciones entre los seres humanos, podemos deducir que el linaje humano se separó de estos antropoides antes de que sus antepasados desarrollaran esta adaptación y antes de que se separaran uno de otro. La evidencia a partir de los fósiles, la bioquímica comparada y otros datos moleculares sugiere que los seres humanos se convirtieron en un linaje independiente hace entre 8 y 6 millones de años (fig. 2-8).

Para comprender el significado de estos simios fósiles, que pudieron haber dado origen a los homínidos más tempranos, debemos saber algo acerca de la función de los dientes de los primates superiores no humanos, en especial de los simios antropoides vivos. Se hallan adaptados a cortar (incisivos), a desgarrar (caninos) y a masticar (premolares y molares). En los antropoides fósiles más antiguos (hace unos 3,5 millones de años) encontramos una relativa reducción en el tamaño de los incisivos y caninos (en comparación con los antropoides actuales y con otros fósiles) y cierto aumento en el tamaño y en la superficie de los premolares y molares. En particular, encontramos que estos molares se desgastan rápidamente, por lo que deducimos que fueron utilizados para triturar, a la vez que para masticar. Esta tendencia hacia la «molarización» la encontramos también en los últimos homínidos fósiles; sugiere un cambio en la dieta que llevaba a depender de alimentos vegetales más duros, como hierbas, bayas, semillas y raíces que habrían llevado arena. La reducción en el tamaño de caninos e incisivos sugiere una dependencia de útiles para cortar y desgarrar (fig. 2-9). A partir de yacimientos arqueológicos de 2,5 millones de años de edad, tenemos indicios de que se utilizaban piedras para aplastar huesos. También es razonable inferir que materiales distintos a las piedras (en especial hueso y madera) se habrían empleado como utensilios en esta época. Podemos estar bastante seguros de que la evolución de los homínidos supuso en primer lugar adaptaciones al suelo del bosque, seguidas por otras con mayor fortuna a bosques más abiertos, y eventualmente a la sabana.

Una especie que vive en la zona de contacto entre dos biomas se halla claramente en el estado de explotar una doble dotación de

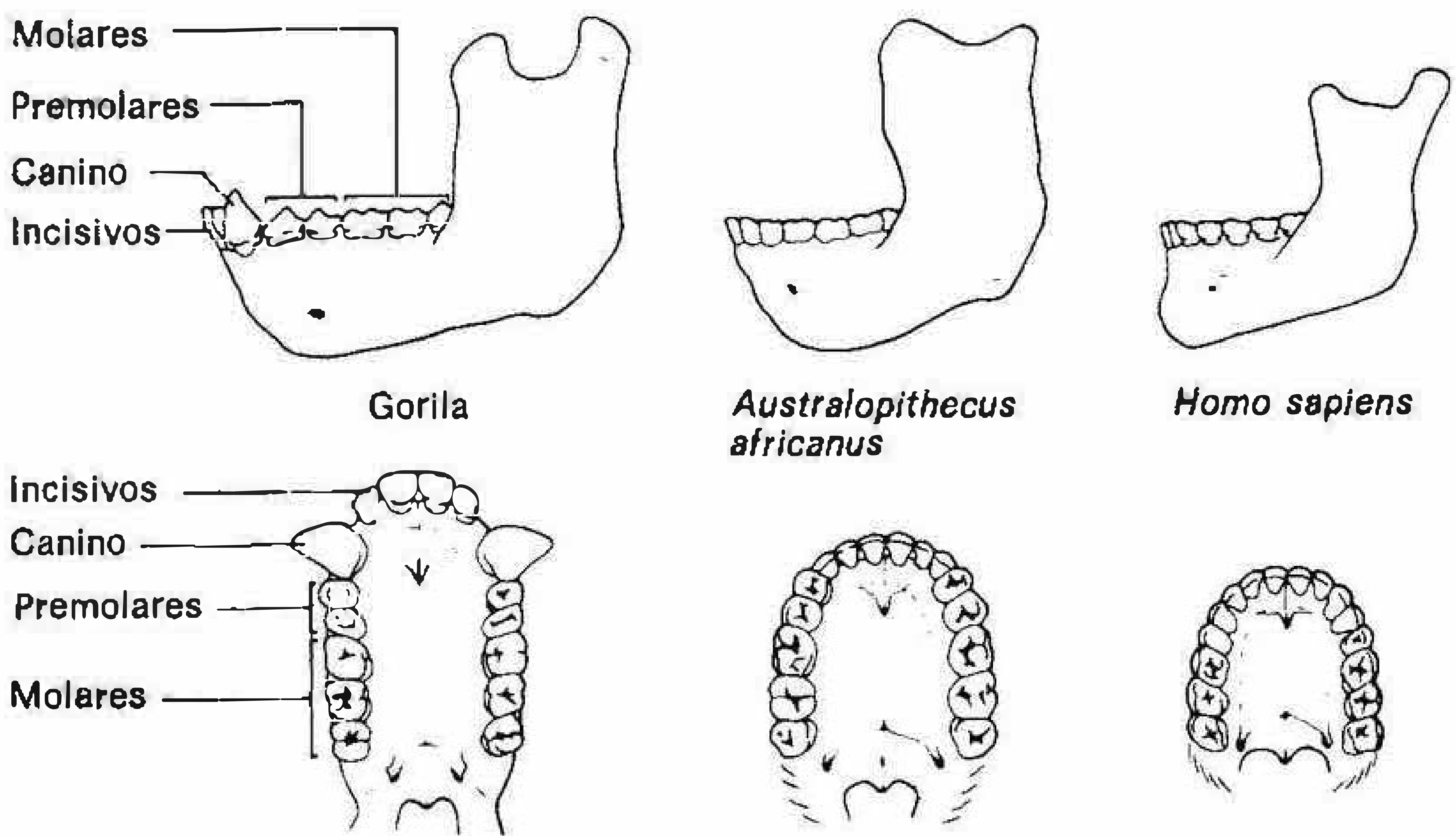


Fig. 2-9. Estos dibujos muestran el paladar y un aspecto lateral de las mandíbulas de un gorila, de un *Australopithecus* y de un hombre moderno. La sorprendente diferencia en el tamaño y la forma de los caninos es evidente, como lo son las diferencias en forma de la arcada dental. En la mandíbula del simio los molares están adaptados a triturar, en las mandíbulas humana y de *Australopithecus*, a moler.

recursos. Durante el período en el que en la selva la comida se encuentra estacionalmente en su mínimo, tal especie sería capaz de encontrar comida alternativa en el bosque, y viceversa. Por esta razón, un ecotono suele ser rico en fauna, y en la actualidad el ecotono selva/bosque en África es rico en monos, tanto en especies como en número de individuos.

Además de las diferencias en estacionalidad, el alimento de las tierras arboladas difiere en varios otros aspectos. Las estaciones secas han producido la evolución de plantas que resisten la desecación de varias maneras, por lo que conllevan un aumento de su dureza. También encontramos la evolución de medios de almacenamiento de comida que ayudan a las plantas a soportar la sequía. Tales medios (por lo general semillas o tubérculos) son muy ricos en almidón, y contienen asimismo algunas proteínas: tienen un elevado valor nutritivo. La explotación de vegetación endurecida que comprende sílice, semillas protegidas y tubérculos cubiertos de tierra habría sido un factor importante en la adaptación de los

homínidos primitivos a terreno más abierto. El creciente desgaste en los dientes premolares y molares de los homínidos fósiles y su gran tamaño y grueso esmalte representan testimonios de este logro. El éxito de tal adaptación, acompañada eventualmente de una mayor dependencia de la carne, debe asimismo mucho a la naturaleza no especializada del sistema digestivo de los primates.

Una de las adaptaciones más importantes de los primeros homínidos fue desde luego la carrera y la marcha bípedas. Todavía no tenemos fósil alguno de este primitivo período que pueda revelarnos algo sobre este logro, pero sabemos que hace aproximadamente 3,5 millones de años a. p.[1], el bipedismo se había desarrollado ya por completo en *Australopithecus*. Es probable que durante los milenios precedentes un lento cambio hubiera tenido lugar en el espectro del comportamiento locomotor, de modo que cada vez se fiara más en el bipedismo y menos en el cuadrupedismo. Observaciones de chimpancés, que pasan una parte del día sobre el suelo y a veces se desplazan bípedamente, nos han dado algunas ideas de las ventajas y desventajas del bipedismo. La utilidad de liberar las manos de la locomoción en cualquier momento habría sido importante. No sólo podrían transportar comida y utensilios, sino que la mano se capacitaría como órgano de precisión con control muscular preciso y diestro; éste es un prerrequisito para la elaboración de utensilios.

Una segunda ventaja se obtendría por una mejora en la visión. Los primates que viven sobre el suelo son presa de los grandes felinos y de otros depredadores poderosos y dependen de la vista, más que del oído, para advertir el peligro. El magnífico sentido de la vista que evolucionó como adaptación a la vida arbórea era sin duda de inestimable valor. Los ojos de los primates son mejores, en todos los aspectos, que los de los demás mamíferos, pues son aptos para una observación excelente y una visión estereoscópica de los colores. La ventaja de la visión sobre el olfato es que es multidireccional: no depende del rumbo del viento. Al ponerse de pie los primates obtenían información valiosa sobre animales bastante alejados: algunos eran depredadores a los que evitar, otros, presas.

1. a. p., antes del presente.

Para la huida, los primates sólo cuentan (salvo muy pocas excepciones) con una única solución: trepar a un árbol. Todas las especies terrícolas duermen en árboles (o en riscos) y precisan de ellos como refugio ante un peligro. La seguridad de los árboles limitó la dispersión de los primates homínidos a las llanuras de sabana herbácea, puesto que no poseían grandes caninos para la defensa y, en cualquier caso, eran animales relativamente pequeños. Parece, pues, evidente que estos seres estuvieron confinados a la sabana arbolada hasta un estadio posterior de su evolución. Sólo con armas defensivas o con el fuego los homínidos hubieran podido abandonar con toda clase de seguridad la cercanía de los árboles, en especial de noche.

Así, tanto los indicios fósiles como las consideraciones teóricas señalan hacia el ecotono selva/bosque como el ambiente en el que evolucionaron los homínidos primitivos, hace entre 8 y 4 millones de años. Sólo aquí el bipedismo intermitente habría sido ventajoso, mientras todavía disponían de la protección de los árboles. Aquí los primeros homínidos encontraron un alimento rico, y su visión de primates fue adecuadamente utilizada para descubrir el peligro, y en la identificación de animales que apresarían.

RETORNO A LA SELVA

Hasta tiempos relativamente recientes la tecnología humana no permitió al hombre volver a penetrar en las selvas tropicales. En la actualidad se encuentran pueblos que las habitan en las pluviselvas de África, Sudeste asiático y Sudamérica. Sin embargo, en casi todos los casos estos pueblos han adoptado la horticultura, con frecuencia muy recientemente, y aunque pueden cazar todavía, en muy pocos casos viven sólo de cazar y recolectar alimentos silvestres. Mientras que las selvas pueden haber sido ocupadas desde hace 50.000 años (según la evidencia arqueológica), las pruebas más antiguas de horticultura, de desbroce de la selva, proceden de África central y se remontan a unos 3.000 años a. C.

En la cuenca del Congo, en África central, encontramos pueblos bien adaptados a la vida en la pluviselva. Éstos son los pigmeos, cuya estatura media es 18-25 cm más baja que la de los euro-



Fig. 2-10. Los pueblos de pequeña estatura se encuentran en las regiones tropicales de todo el Viejo Mundo, y están asociados a la pluviselva tropical. Este mapa muestra los lugares de residencia de los grupos mejor conocidos.

peos; los que conocemos mejor son los mbuti, de la región nororiental de la selva del Congo (fig. 2-10). Aunque estas gentes comercian a veces con pueblos agricultores y establecidos en aldeas, son capaces de obtener su propia comida de la pluviselva, y su adaptación a la selva se advierte claramente en su dieta y su tecnología. Las agrupaciones de mbutis (que están compuestas de 7 a 30 familias) definen sus territorios de caza pero no los defienden. Con frecuencia dichos territorios son extensos y pueden suponer hasta 1.300 kilómetros cuadrados para una población de 50 a 150 personas. La densidad en la selva es por tanto extremadamente baja (alrededor de 0,25 personas por km^2), y los mbuti desconocen el hambre.

La baja densidad de los cazadores de la selva y su llegada relativamente reciente a las pluviselvas se debe probablemente al hecho de que la selva lluviosa posee una reducida cantidad de animales de caza, y buena parte de ellos se hallan en la bóveda arbórea: aves, monos y otros animales arborícolas. Mientras que los mamíferos herbívoros pueden utilizar alrededor del 50% de la produc-

ción de las tierras herbáceas, es probable que no se aproveche de este modo más del 2,5% de la producción de la pluviselva. De ahí se sigue que la carne no es precisamente abundante en ella y puesto que, como veremos, con toda probabilidad, los antepasados de la humanidad consumieron principalmente un porcentaje importante de carne, parecería, que este factor, junto con la dificultad de cazar en un pluviselva, pudo haber mantenido a la humanidad fuera de la selva hasta, quizá algo menos de 50.000 años.

Los mbuti se instalan en claros de la selva, y construyen sus casas con arbolitos y hojas (fig. 2-11). Pueden permanecer en el mismo sitio durante un mes o dos, hasta que los recursos alimentarios escasean, y luego se marchan. Al igual que la mayoría de cazadores y recolectores, estas gentes viven principalmente a base de alimentos vegetales recolectados por las mujeres (frutas, setas, nueces y raíces), que constituyen alrededor del 70% de su dieta. Aunque la caza es una actividad más prestigiosa, las estrategias de recolección de alimento desempeñan el principal papel en la determinación de sus movimientos diarios y estacionales. El suministro de alimento vegetal es constante, de modo que no hay necesidad de almacenar comida. En la caza, los mbuti utilizan dos técnicas: el arco y la flecha, y la red y la lanza. Los cazadores con arco y flechas viven en pequeños grupos de pocas familias (quizá media docena), y cazan aves y mamíferos con flechas emponzoñadas. Pueden matar animales tan grandes como búfalos, hipopótamos e incluso elefantes (aunque estos animales, como sus cazadores, son de menor tamaño que sus parientes que habitan en las llanuras), así como antílopes y jabalíes. Los cazadores con redes operan en grupos mayores, de hasta 30 familias. Esta técnica requiere grandes grupos: las mujeres conducen a los animales terrestres de la selva hacia las redes familiares, que son amarradas juntas para formar un amplio semicírculo (de 30 a 90 m de ancho por 1 m de altura), y allí los hombres alancean a los animales. Las piezas pequeñas son consumidas por el propietario de la red a la que llegan corriendo, pero las piezas grandes son compartidas entre las familias. Se ha estimado que en los cazadores con red cada familia obtiene diariamente el equivalente de medio antílope. El agua no presenta ningún problema, puesto que los ríos son abundantes y fluyen durante todo el año.



Fig. 2-11. Un campamento mbuti en el bosque. La organización social, el estilo de vida y la tecnología de los mbuti se hallan completamente adaptados a la pluviselva, que es uno de los biomas más difíciles para los seres humanos y uno de los últimos en los que éstos penetraron. *(Ed Tronick, Anthro-Photo.)*

En ausencia de estacionalidad tanto en la lluvia como en la insolación, los mbuti destacan la estación de la miel como un importante acontecimiento anual. Por esta época se reúnen las pequeñas bandas de arqueros y se restablecen los lazos sociales entre familias y clanes. De este modo, la integridad del grupo reproductor más amplio se mantiene a pesar de la necesidad de que durante la mayor parte del año exista una amplia distribución de las agrupaciones para explotar los recursos alimentarios, uniformemente distribuidos. (Los lazos sociales que siempre existen entre los grupos humanos contrastan claramente con la total independencia de las manadas de los primates no humanos.)

En la actualidad, los mbuti comercian de forma muy extensa con los cultivadores vecinos asentados en aldeas (fig. 2-12). Los

mbutis suministran materiales de construcción, carne y miel de la selva, así como algunos servicios en las plantaciones, a cambio de productos de las mismas como mandioca, arroz, judías y bananas, tanto como tabaco y vino de palma. Dependen por entero de los aldeanos en lo que concierne a instrumentos de metal (en especial cuchillos, hojas de hacha y puntas de flecha), así como alfarería. Sin embargo, ninguna de estas mercancías parece ser esencial: la punta de las flechas envenenadas es de madera, y las redes y lanzas se elaboran a partir de productos de la selva. No obstante, en la actualidad los mbuti dependen ciertamente de su comercio, aunque no hay duda de su capacidad para sobrevivir sin él. Resulta evidente que este pueblo preagrícola ha sobrevivido hasta hace muy poco como un grupo independiente selvático, como parte de un ecosistema estable.

En el Sudeste asiático también encontramos pueblos adaptados a la pluviselva, asimismo de pequeña estatura. Uno de los que mejor conocemos es el de los semang, de Malaya, a los que a veces se denomina negritos. Estos pueblos y otros relativamente semejantes (como los isleños de Andamán y los negritos filipinos, en la actualidad casi extinguidos), presentan también verdaderas adaptaciones a la pluviselva tropical. Los semang subsisten a base de brotes, hojas, nueces, bayas, frutos y raíces, y de pequeños animales tales como ratas, ardillas, aves y lagartos, junto con ocasionales jabalíes, a los que matan con flechas emponzoñadas. El pescado es fuente importante de proteínas adicionales en algunas zonas. Estas gentes presentan muchos paralelismos de adaptación con las de la cuenca del Congo, pero la más sorprendente es, con mayor probabilidad, su pequeña estatura.

Es evidente que en la actualidad todos los pueblos que viven en selvas cuentan con una tecnología venatoria bien desarrollada, con arcos, flechas envenenadas, redes y lanzas. En otros aspectos su pericia es muy simple; al haber evolucionado en los trópicos, los seres humanos no precisan protección frente a este ambiente estable. Como hemos visto, los mbuti viven en grupos de por lo menos unas cuantas familias (quizá 12-15 personas), y sus movimientos estacionales en la selva persiguen la necesidad de recolectar alimento vegetal y de encontrar caza. Las pequeñas agrupaciones se reúnen anualmente en grupos mayores, y ello sirve presumible-



Fig. 2-12. Una mujer mbuti pela cacahuetes cambiados a los baleses, unos vecinos agricultores. *(Nadine Peacock, Anthro-Photo.)*

mente para mantener una población reproductora. La gente, en su conjunto, está bien alimentada, y su número es estable: parece claro que, por lo menos en lo que concierne a los recursos alimentarios, la selva podría posiblemente sustentar al doble de seres. Turnbull sostiene que la población de la selva se mantiene en su nivel actual por razones políticas: para evitar conflictos con los grupos vecinos. Por lo que sabemos de la fertilidad potencial de las poblaciones humanas, debemos suponer que, tanto como la enfermedad y la inhibición natural de la ovulación durante la lactan-

cia, algún mecanismo de comportamiento opera para reducir la tasa de natalidad. Este mecanismo puede presentarse como tabúes contra la cópula sexual durante determinados períodos, o bien ser elaborado por productos abortivos, o bien por infanticidio, todos los cuales se conocen entre los cazadores-recolectores.

Los pigmeos explotan una amplia gama de recursos alimentarios en la selva (con su elevado índice de diversidad), y ello en dos niveles tróficos. Esto contrasta notablemente con la producción de vegetales por la horticultura y la agricultura, mucho menos segura porque es menos diversa. En aquellas zonas en las que los cazadores han entrado en contacto con los agricultores y han adoptado un nuevo modelo de subsistencia, sobreviven a períodos de carencias de comida retornando a la selva a cazar. Los agricultores aldeanos de la cuenca del Congo dependen en gran manera de los cazadores pigmeos de los alrededores para el suministro de carne. En Sudamérica, algunas tribus presentan una inversión reciente hacia la economía venatoria, más segura, y ya no practican la agricultura, para la cual los suelos del bosque no se hallan bien adaptados.

RESUMEN

En este capítulo hemos visto que la riqueza y variedad de los recursos alimenticios en la selva tropical han permitido la evolución de primates muy sociales que viven en clanes y tribus. La diversidad de las especies constituye una fuente alimenticia segura durante todo el año para los consumidores. Raramente hay menos de 12-15 individuos en un grupo. Los factores que limitan la densidad de población no se conocen en ninguno de los ejemplos señalados, pero en ambos hay mecanismos de comportamiento que originan intervalos y que estabilizan la densidad y el tamaño de las poblaciones en consonancia con la superficie disponible de selva. No hay pruebas de grandes oscilaciones de población. Razas diferenciadas de seres humanos, chimpancés y algunos otros animales grandes (como elefantes y búfalos) se han adaptado a la pluviselva y se caracterizan por una estatura reducida (fig. 2-13).

Las principales diferencias entre los primates humanos ances-

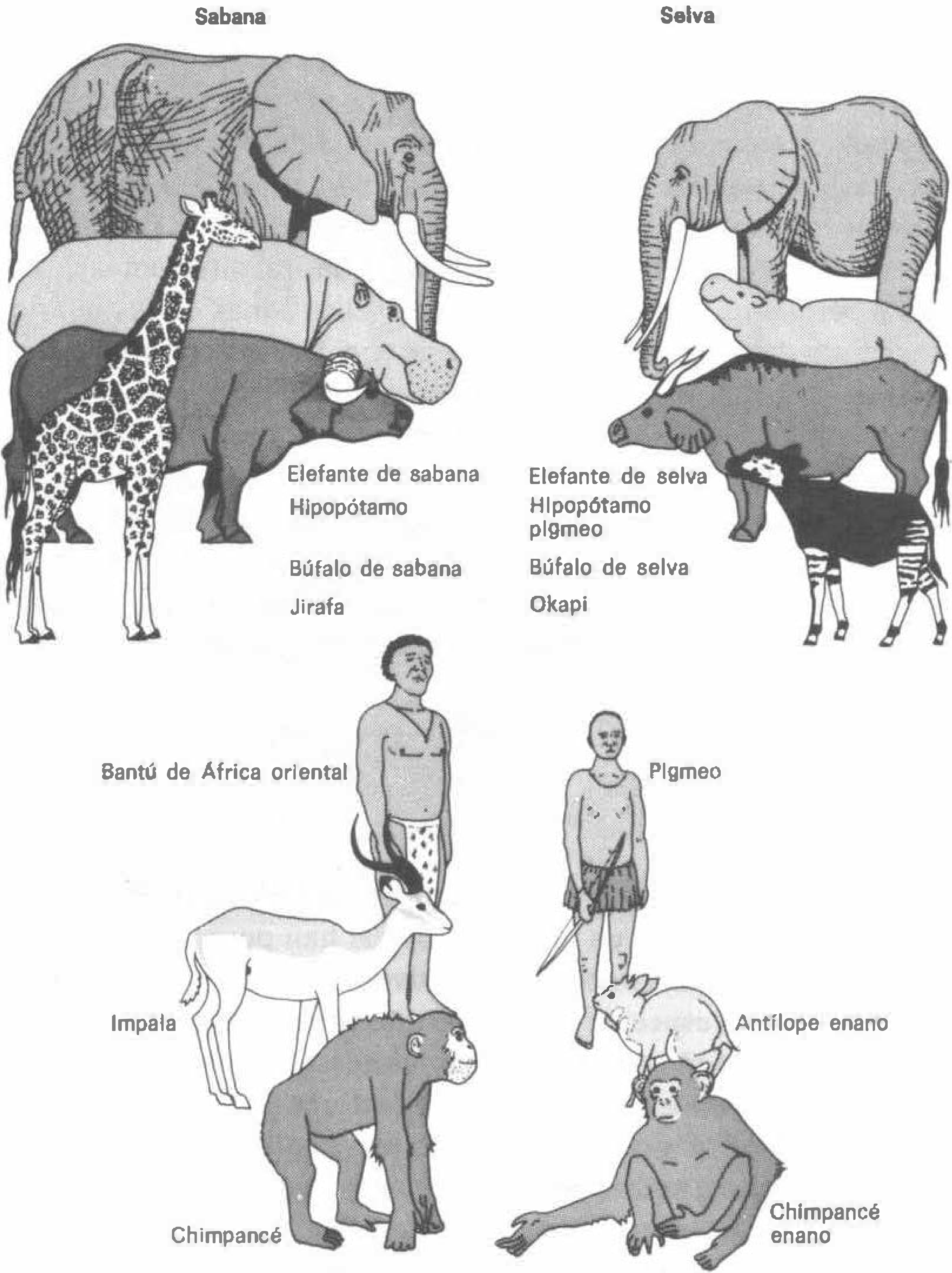


Fig. 2-13. Muchos animales distintos, además del hombre, se han adaptado a la selva mediante una reducción en el tamaño corporal. El grabado nos muestra algunos de los más importantes en la pluviselva africana, frente a la variedad de la sabana, más común y de mayor tamaño.

trales y sus descendientes en la selva tropical provienen del sometimiento de los humanos a la vida terrestre y de sus consecuencias por la dieta. Incapaz de explotar la bóveda de la selva, como hace el chimpancé, el hombre extendió el espectro de alimento vegetal consumido para incluir setas y raíces, e incluyo un nivel trófico completamente nuevo en la forma de animales de caza, que no constituyen una parte significativa de la dieta del chimpancé. Se dice que los pigmeos reconocen la forma antropoide del chimpancé, y que no lo consideran un animal de los que ellos cazan. Las dos especies parecen coexistir sin interacción: comparten un mismo hábitat, pero ocupan distintos nichos. En la actualidad, gorilas, chimpancés y seres humanos que habitan en la selva son poco numerosos. Como veremos en los últimos capítulos, el desarrollo de la agricultura, y la explotación de la madera de la selva en todo el mundo, amenaza a la totalidad del bioma, junto a su fauna y a los seres humanos.

En los capítulos que siguen comentaremos las adaptaciones del hombre a las sabanas herbáceas de África, y a los biomas más fríos del hemisferio norte. A medida que nos alejamos de la riqueza biótica de la selva y de los ambientes tropicales, veremos que el ser humano se hace cada vez más dependiente de la evolución de un comportamiento social complejo y del desarrollo de la tecnología.

Bibliografía

SCHALLER, G. B.: *The Mountain Gorilla: Ecology and Behaviour,* University of Chicago Press, Chicago, 1965.

FOSSEY, D.: *The Behaviour of the Mountain Gorilla,* PhD thesis, Cambridge University, 1976.

REYNOLDS, V.: *Budongo: an African Forest and its Chimpanzees,* Natural History Press, New York, 1965.

GOODALL, J.: *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of behavior.* Harvard University Press, Cambridge, 1986.

KANO, T.: *The Last Ape: Chimpanzee Behavior and Ecology*, Stanford University Press, Stanford, 1993.

III. LA SABANA TROPICAL

EL BIOMA

Uno de los biomas más espectaculares de la Tierra, tanto por sus vastas extensiones como por el número de manadas de grandes animales que sostiene, es la sabana tropical (fig. 3-1). Aunque Sudamérica y Australia poseen grandes extensiones de llanuras herbáceas tropicales, la más conocida y la más importante para nuestros fines es la sabana tropical de África, y en especial la



Fig. 3-1. Uno de los biomas más importantes en la historia de la evolución humana, la pradera tropical, cubre extensas regiones adyacentes a la selva tropical, y es una respuesta a una precipitación inferior y más estacional.

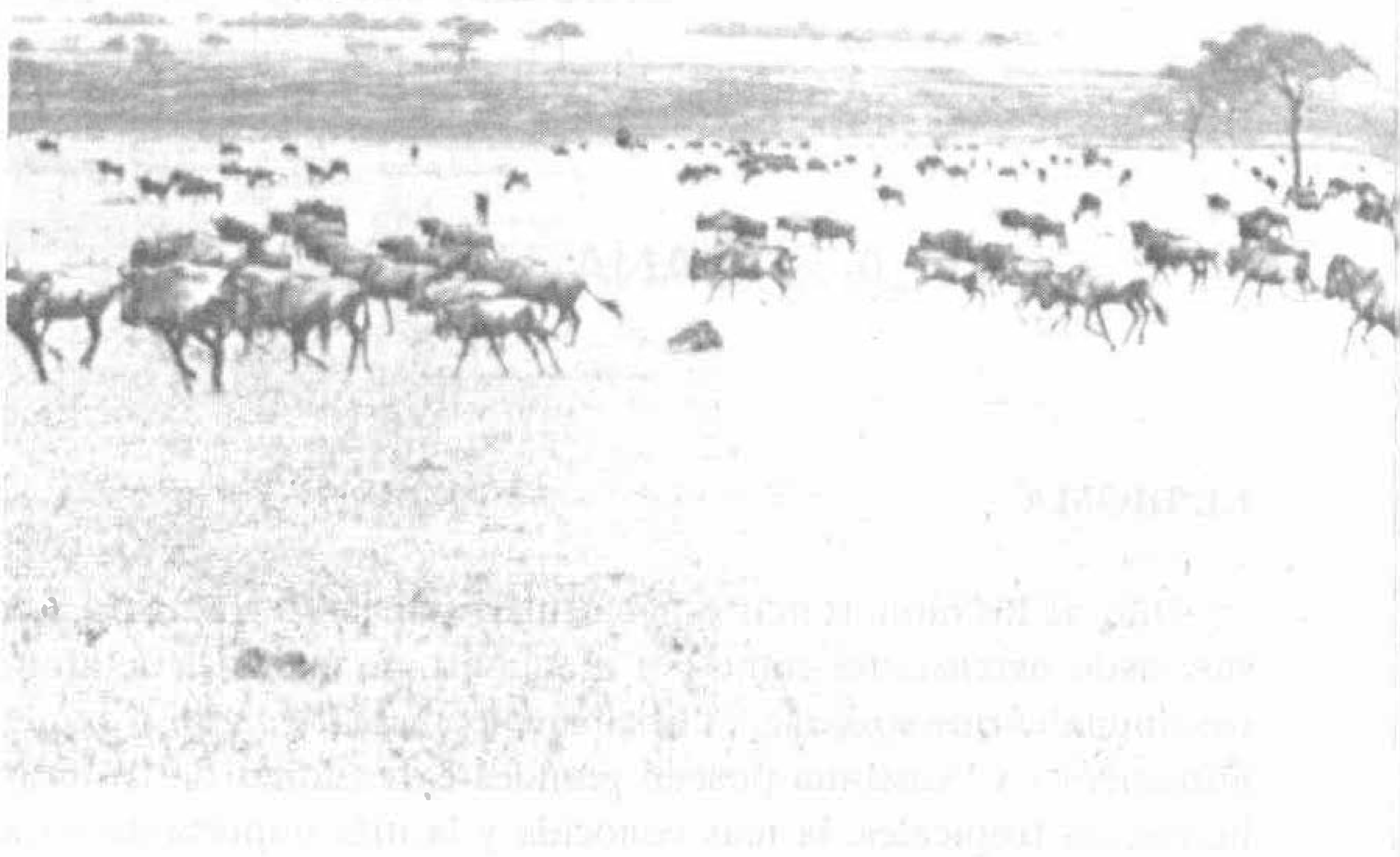


Fig. 3-2. La sabana de África oriental es famosa por sus extensas llanuras y grandes rebaños de herbívoros, en su mayor parte distintas especies de antílopes. En la fotografía, un típico paisaje de sabana, y parte de un rebaño de ñúes. *(Frank Lane Agency.)*

oriental (fig. 3-2). Fue allí donde nuestros antepasados del Plioceno desarrollaron un estilo de vida que exigía adaptaciones de comportamiento que consideramos típicamente humanas; al adaptarse a la sabana tropical los seres humanos desarrollaron su postura y modo de andar peculiares, sus hábitos omnívoros eclécticos, y probablemente su capacidad por la simbolización abstracta que los distingue de sus congéneres cercanos, los primates superiores no humanos.

El término sabana se suele utilizar en la actualidad coloquialmente para referirse a las praderas abiertas, como las que se encuentran en las llanuras de Serengeti, en el África oriental, pero dicho término se emplea con más propiedad para referirse a terreno boscoso muy abierto y formado por árboles caducos que pasa gradualmente a los bosques más densos descritos en el capítulo precedente, y que rodean la pluviselva tropical. Se acepta comúnmente que las sabanas herbáceas sin árboles son el resultado geo-

lógicamente reciente de incendios y sobrepastoreo que, como veremos, es característico de gran parte de estas regiones en África oriental. Sin embargo, la sabana suele estar caracterizada por un cierto grado de recubrimiento arbóreo, desde árboles caducos bastante grandes, como los baobabs, hasta pequeñas acacias, y en las zonas más secas (a veces llamadas matorral) presenta una cubierta bastante densa de arbustos y pequeños árboles arbustivos. Este último tipo, que tiene mucha menos hierba, es con frecuencia producto del sobrepastoreo.

Se cree que la familia Gramíneas, de plantas herbáceas, evolucionó hace unos 50 millones de años, y que las sabanas comenzaron su desarrollo hacer unos 25 millones de años. La aparición de estas llanuras cubiertas de gramíneas se debió a cambios en las pautas de pluviosidad, el desarrollo de períodos húmedos y secos estacionales, con una pluviometría anual de 800-1.600 mm. Los animales salieron de las selvas y bosques, anteriormente extensos, y comenzaron a adaptarse a este bioma nuevo y notable. Las gramíneas que constituían la mayor parte de la vegetación ofrecían un recurso alimentario insólito y productivo (fig. 3-3). Con plantas que generaban sus hojas a partir de yemas situadas al nivel del suelo o debajo de él, podían pastarse por animales ramoneadores sin que se dañaran los tallos, que así podían producirlas de manera continua. Con los tallos bajo tierra, las gramíneas podían sobrevivir, asimismo, a las estaciones secas típicas de las sabanas, y a los incendios que a veces devastaban las llanuras. También contenían cristales de sílice resistentes y gruesas paredes celulares de celulosa que contribuían a que las plantas no se doblaran en épocas de sequía. Aunque encontraran el alimento más fácil de obtener, los animales que se adaptaron a comer gramíneas precisaron de dientes molares mucho más duros que los que se necesitaban en el bosque. Esta dieta también seleccionó las adaptaciones de los rumiantes para la digestión de celulosa, con ayuda de una flora y fauna intestinales enriquecidas. Con el fin de dejar espacio para el lento proceso de fermentación, el tubo digestivo se alargó, se desarrollaron lóbulos suplementarios en el estómago, y en muchos bóvidos apareció la rumia.

El aspecto más sorprendente de la sabana es el gran número de rebaños de ungulados que está puede sustentar. En África la fau-



Fig. 3-3. La sabana se caracteriza por extensas áreas de pastos interrumpidas por otras varias características. Con frecuencia está cortada por bosques de ribera, y contiene aglomeraciones de matorral más denso, afloramientos rocosos y pantanos ocasionales.

na característica incluye antílopes, cebras, jirafas y los depredadores que estos ungulados soportan a su vez, como leones y hienas. Las numerosas especies de antílopes, junto a los otros mamíferos apacentadores y ramoneadores de la sabana, hoy en día más numerosos y variados que en ningún otro lugar de la Tierra, fueron los primeros grandes animales que cazaron nuestros distantes antepasados. Pero para comprender el éxito de la especie humana como cazadora (lo que le permitió vivir en casi todos los rincones de África, Europa y Asia antes de hacerse dependiente de los animales domésticos y de los cultivos), debemos profundizar en el origen de este comportamiento. En este capítulo examinaremos las adaptaciones a la sabana tropical de dos tipos de homínidos muy distintos: los australopitecinos, término que incluye homínidos de edad pliocena, y sus sucesores, los primeros hombres; y, para comparar, una tribu moderna que también vive cazando y recolectando en la sabana de África oriental, los hadza.

AUSTRALOPITHECUS: PRIMERAS INVESTIGACIONES

Cuando Raymond Dart, de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo, encontró por vez primera los restos fósiles de un australopitecino juvenil en 1924 y lo interpretó como una representación de una población antepasada del hombre, el escepticismo de sus colegas fue prácticamente total (fig. 3-4). Durante el



Fig. 3-4. En 1924 Raymond Dart conmocionó al mundo antropológico por su descubrimiento de un pequeño cráneo fósil en una cantera de Taung, en Sudáfrica. Lo llamo *Australopithecus* y declaró que era un antepasado del hombre. Esta afirmación fue ridiculizada, pero hallazgos realizados muchos años después probaron que este fósil era realmente un homínido. En la foto, Raymond Dart muestra el cráneo a Louis Leakey: dos hombres famosos en la historia de la paleontología humana. *(Alun R. Hughes.)*

período que va de 1935 a 1955 Dart, Broom y otros en Sudáfrica acumularon un número impresionante de australopitecinos procedentes de yacimientos en cuevas, y se hizo necesaria una importante reinterpretación del registro fósil de los homínidos. Sobre la base de la posición del cráneo con respecto a la columna vertebral, Dart sostenía que los australopitecinos andaban erectos y probablemente eran bípedos, afirmación que recibió escaso apoyo por

parte de la mayoría de antropólogos. Hallazgos posteriores confirmaron las primeras interpretaciones de Dart; pelvis y otros restos postcraneales indicaban claramente que este ser relativamente pequeño se desplazaba habitualmente de modo bípedo. Dart identificó, asimismo, fragmentos de hueso trabajado en los yacimientos de cuevas que proporcionaron los australopitecinos, y postuló que tales fragmentos fueron conformados deliberadamente como utensilios. Puesto que la capacidad craneal media de los australopitecinos era de unos 500 cm^3 (frente a una capacidad media de 1.350 cm^3 en el hombre moderno), esta interpretación también se enfrentó a un amplio escepticismo. La elaboración de utensilios, se pensaba, era una capacidad típicamente humana, por lo que dependería de la posesión de un cerebro considerablemente mayor que el de los australopitecinos. Los primeros años de la década de 1950 fueron un período conflictivo en la interpretación del registro fósil de estos seres muy poco sensacionales, así como en su asociación con «utensilios». Puesto que Sudáfrica había proporcionado los únicos restos de australopitecinos, y debido a que éstos se habían obtenido como un subproducto de la minería industrial de caliza a partir de depósitos consolidados en cuevas, las relaciones arqueológicas no estaban firmemente establecidas y las interpretaciones seguían siendo, esencialmente, expresiones de opinión (figs. 3-5, 3-6). (Ahora se sabe que los llamados utensilios óseos son acúmulos de huesos realizados por hienas o puercoespines. Los utensilios fósiles más antiguos que se conocen son de una fecha posterior.)

AUSTRALOPITHECUS Y *HOMO* PRIMITIVOS: DESCUBRIMIENTOS RECIENTES

Desde finales de la década de 1950, nuestra comprensión del significado de estos homínidos primitivos ha aumentado de manera considerable. Ahora es evidente que *Australopithecus* se encontraba en amplias áreas de África durante los últimos 5 millones de años, desde las partes más septentrionales de Etiopía hasta el Transvaal en Sudáfrica. Lo más probable es que hubiera un rosario de poblaciones que se extendían a lo largo de esta zona de

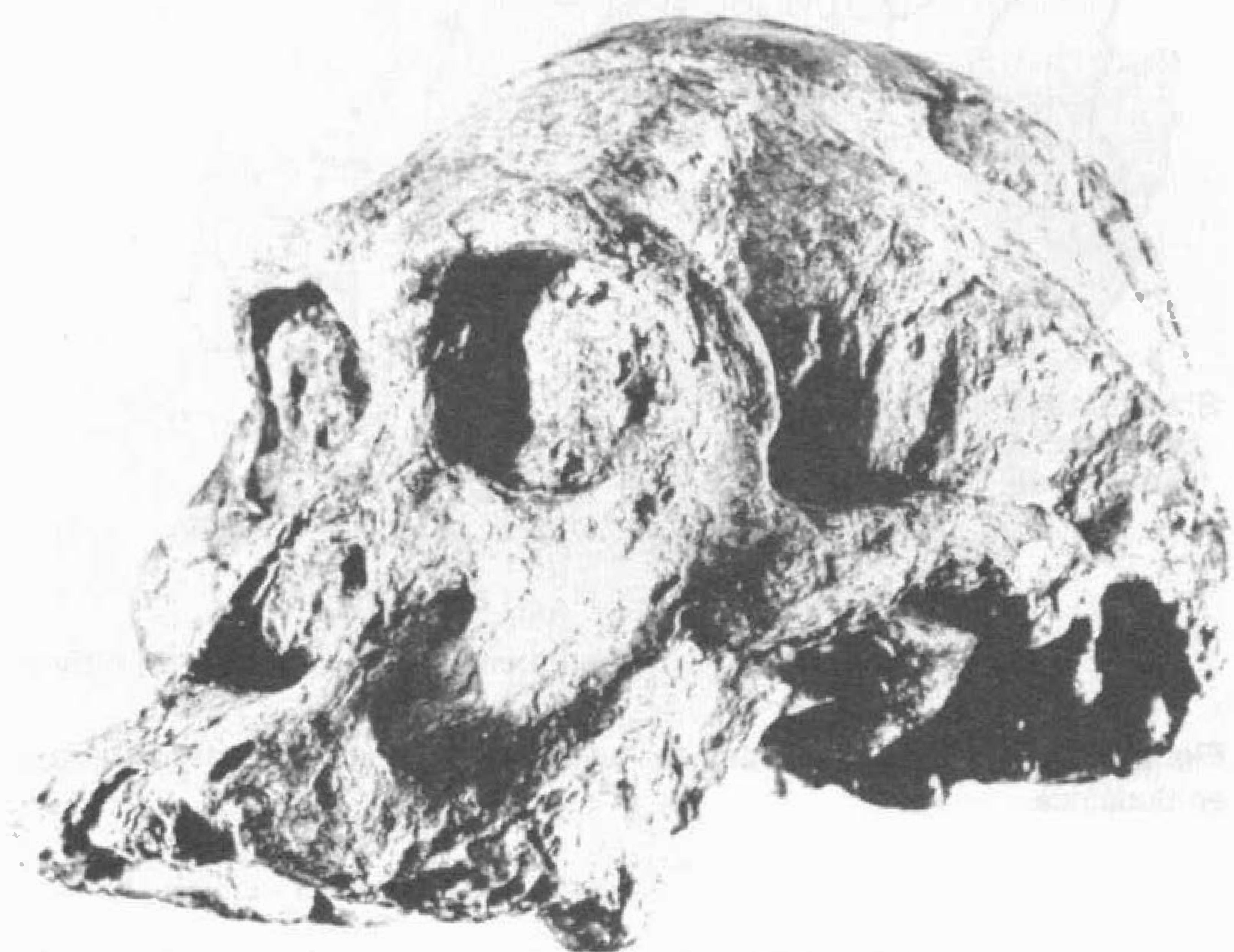


Fig. 3-5. El magnífico cráneo de *Australopithecus africanus* encontrado en Sterkfontein en 1947 por Robert Broom. Aunque faltan los dientes y la mandíbula, en cráneo en sí no esta deformado, lo que supone un raro hallazgo. *(D. Panagos, Department of Palaeontology, Trausvaal Museum.)*

5.000 kilómetros de bosque y sabana. Los primeros descubrimientos importantes los realizaron los doctores Mary y Louis Leakey durante la década de 1960 en el desfiladero de Olduvai, en Tanzania. Las localidades fosilíferas de Olduvai han proporcionado «suelos vivos» relativamente poco perturbados. Un suelo vivo es una superficie de terreno antigua en la que los homínidos elaboraban sus artefactos, destazaban animales y realizaban actividades cotidianas de su vida. La conservación de tales datos arqueológicos durante miles de años es rara; y el hecho de que los hallazgos de Olduvai se hayan datado con seguridad en casi dos millones de años de antigüedad hace que la notable preservación de estos yacimientos sea aún más sorprendente.

El desfiladero de Olduvai es un valle profundo que corta la llanura de Serengeti, en Tanzania; el brazo principal del desfilade-

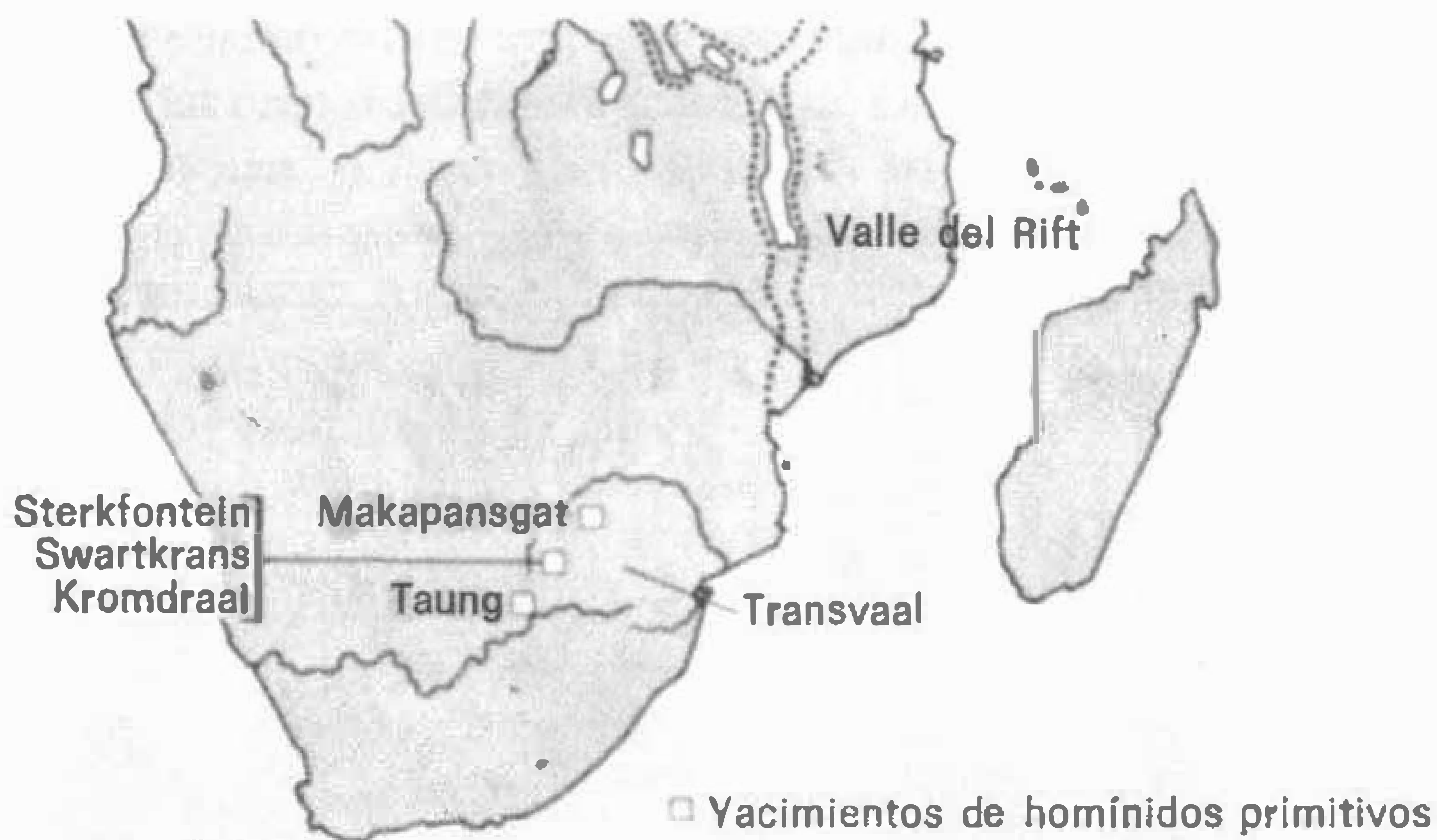


Fig. 3-6. Los primeros hallazgos de *Australopithecus* proceden del Transvaal, en Sudáfrica.

ro tiene unos treinta kilómetros de longitud, y los depósitos de edad pleistocena y pliocena alcanzan hasta 100 metros de profundidad (fig. 3-8). En la actualidad existe un arroyo temporal que fluye a través del desfiladero, pero durante la fase más antigua del Pleistoceno existía allí un lago de dimensiones considerables cuyas orillas sirvieron como lugar de acampada para los homínidos. Este lago se formó hace unos dos millones de años por acción de los volcanes, de los que surgían enormes ríos de lava que funcionaron como barreras para algunos arroyos locales.

El período más antiguo del que contamos con sedimentos en esta zona fue de rápida acumulación de materiales acarreados por el río, llevados por el viento y de origen lacustre que demostraron los lugares de ocupación de los homínidos. Es esta acumulación muy rápida la que explica el tipo de preservación que caracteriza los yacimientos arqueológicos del Plioceno tardío y del Pleistoceno temprano en Olduvai. Los indicios geológicos sugieren que durante el período en cuestión el régimen climático era más húmedo que las condiciones que hoy predominan, con una pauta de pluviosidad muy estacional, estimada en 800-1.000 mm anuales.

En la actualidad tenemos hallazgos posteriores de restos de

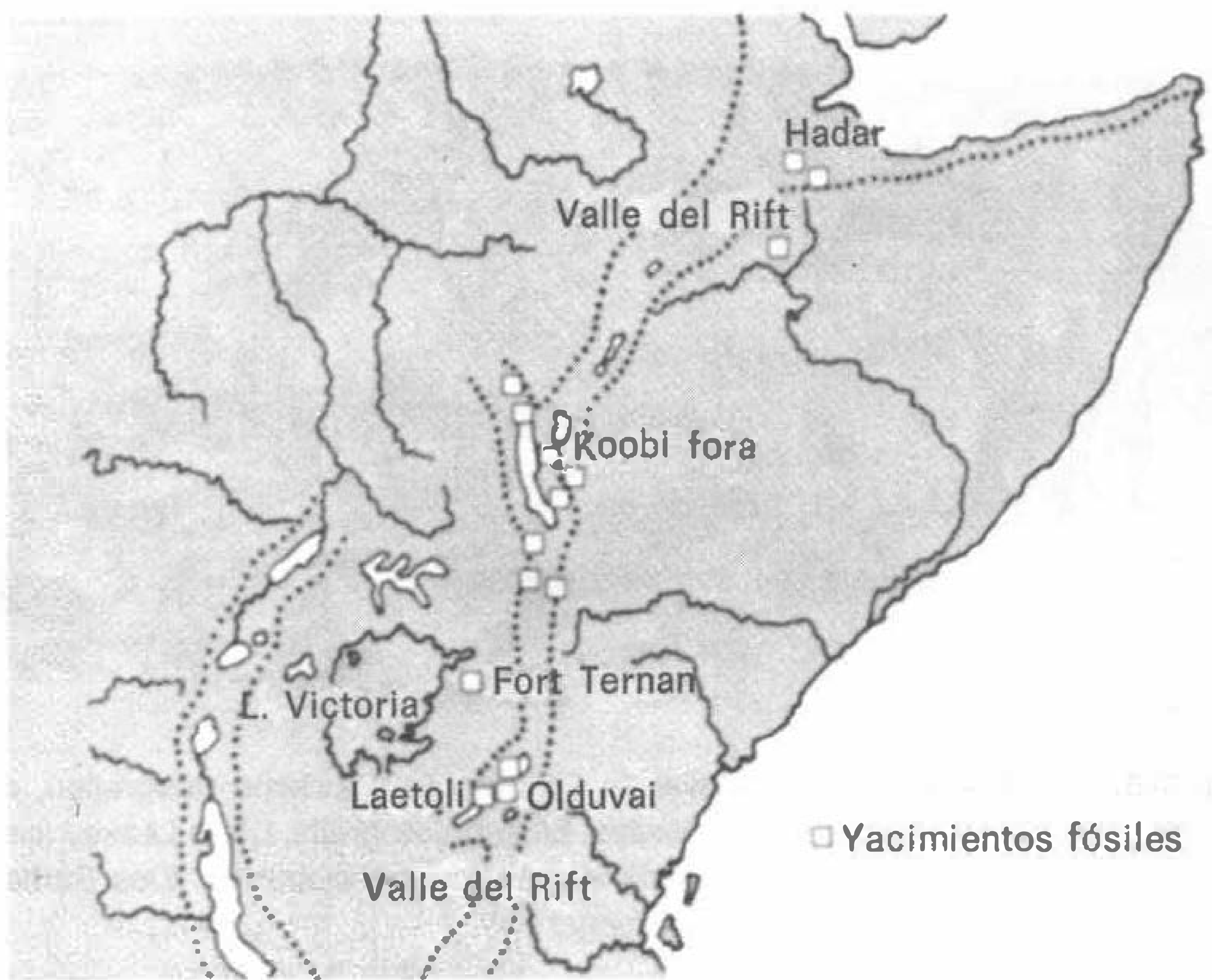


Fig. 3-7. Mapa de África oriental en el que se indican algunos importantes yacimientos fosilíferos. Casi todos se hallan a lo largo del gran valle del Rift (punteado).

Australopithecus muy al norte (en Hadar, Etiopía), así como en muchas partes del valle de Rift entre estas dos localidades (fig. 3-7).

Una vez los primeros homínidos hubieron realizado la transición hacia el bosque y la sabana, este rico ambiente debió de haberles ofrecido una gran cantidad de recursos: raíces y tubérculos comestibles, frutos de los árboles que tachonan la llanura, gran número de pequeños anfibios y mamíferos, así como los animales mayores que se acercaban a la orilla del lago para beber. Los mamíferos mayores se obtenían probablemente mediante carroñeo, pero es posible que los animales más pequeños fueran cazados. La pauta de comportamiento más probable parece haber sido una estrategia mixta de caza y carroñeo.

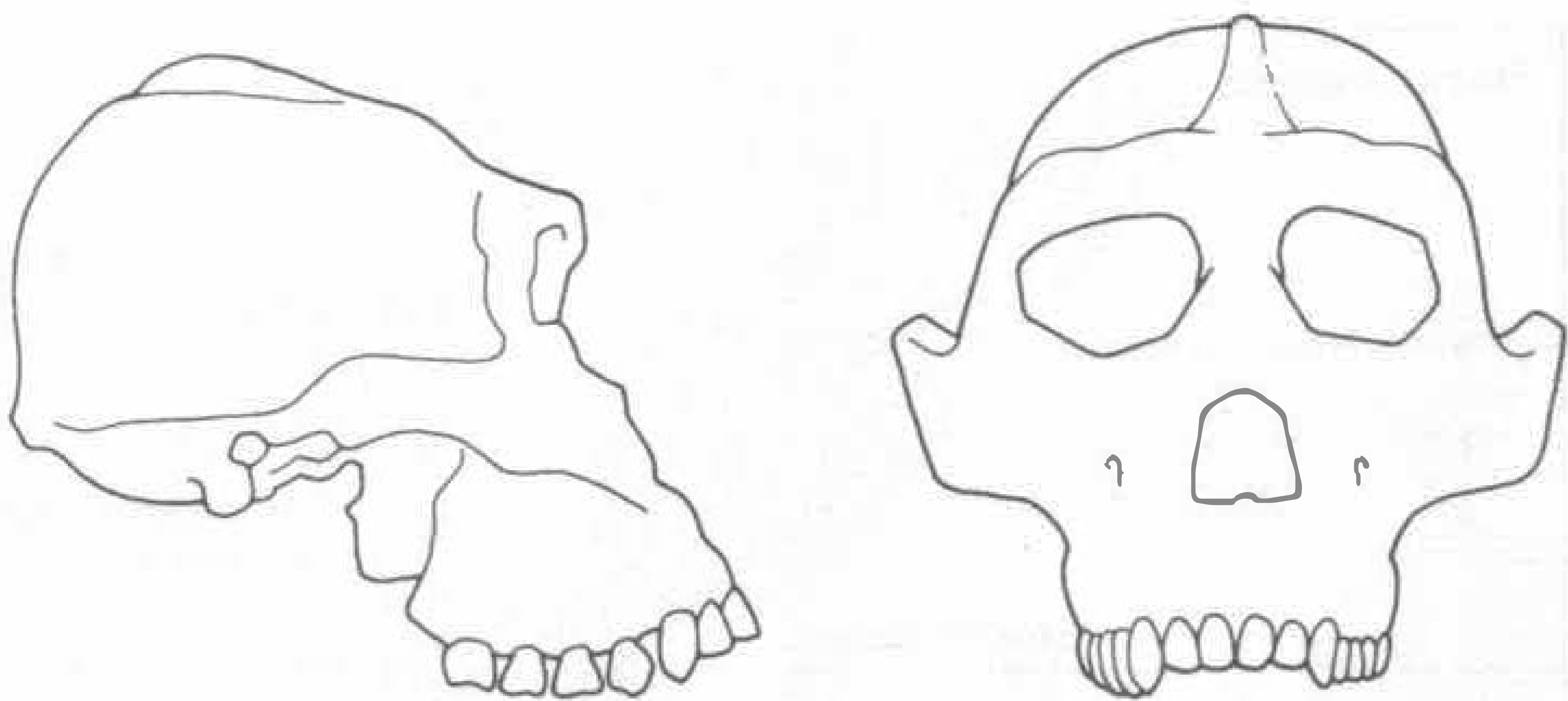
Los propios homínidos eran al parecer de forma variada, resultado natural de la rápida radiación de una especie ancestral en el extenso hábitat de la sabana. La mayoría de paleontólogos huma-



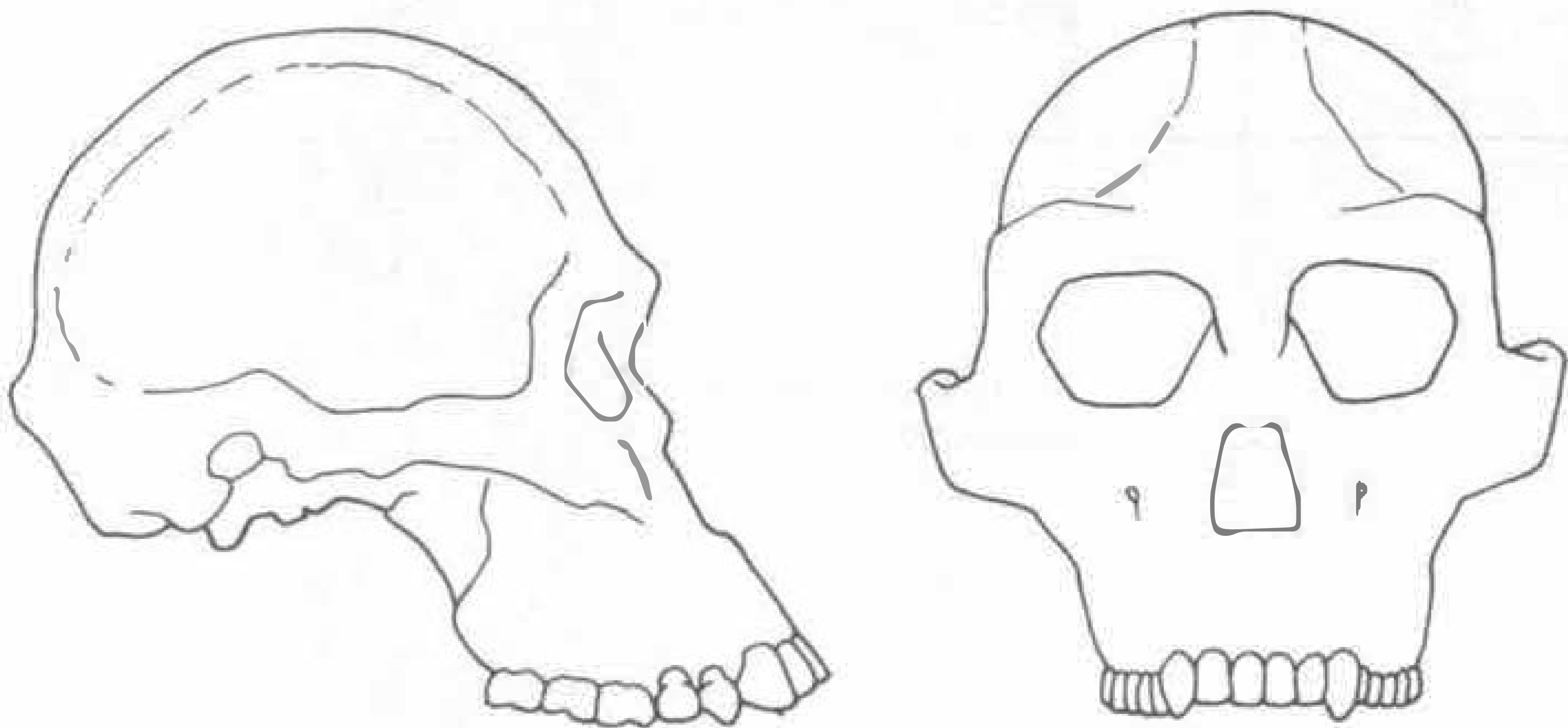
Fig. 3-8. El desfiladero de Olduvai es un notable accidente geográfico, así como una mina de oro en cuanto a fósiles. En esta fotografía, Louis Leakey (centro) muestra algunas características de interés a unos visitantes. *(Des Bartlett, cortesía de la National Geographic Society.)*

nos están hoy en día de acuerdo en que existían al menos dos formas claramente distinguibles: una pequeña y grácil, y otra mucho mayor y más robusta (fig. 3-9). Si representan más de una especie en el mismo hábitat (y las dos formas se encuentran realmente juntas en varios yacimientos), entonces la «ley» de Gause señala que tendrían que haber ocupado diferentes refugios ecológicos. Se han propuesto varias hipótesis ingeniosas, que sugieren que las formas grande y pequeña explotaban efectivamente distintos recursos alimentarios y que estas pautas de obtención del alimento suponen diferencias importantes en el comportamiento. En la actualidad, a partir de los indicios fósiles ya bastante abundantes, creemos que la forma pequeña y grácil dio origen tal vez al *Homo* (y probablemente al *Homo sapiens*), mientras que la forma grande y robusta se extinguió hace aproximadamente un millón de años. Debido a que tenían tantas cosas en común, creemos que compartieron un mismo antepasado hace entre 3 y 4 millones de años (fig. 3-10).

La forma robusta está caracterizada por dientes molares muy grandes y por incisivos y caninos relativamente pequeños, es decir,



Australopithecus robustus



Australopithecus africanus

Fig. 3-9. Se comparan aquí los cráneos de los *Australopithecus* robusto (arriba) y grácil (abajo). Obsérvese la caja craneana mayor, pero los huesos malares (pómulos) más estrechos de la forma grácil.

una dentición que claramente evolucionó para masticar grandes cantidades de alimentos vegetales duros y que no era demasiado adecuada para el consumo de carne. Se cree de modo general que los australopitecinos robustos habían llegado a poseer una dieta completamente vegetariana, obtenida en las sabanas de las zonas que ocupaban. Los herbívoros de la sabana suelen ser mayores que sus depredadores carnívoros, y con frecuencia alcanzan un gran tamaño (por ejemplo, elefante, hipopótamo, etc.), de modo que podemos predecir que una forma vegetariana mostraría un rápido aumento evolutivo de tamaño. Tal hipótesis viene confirmada por la evidencia fósil. Estas formas tenían quizá 1,2 a 1,4 metros de altura y pesaban de 35 a 50 kg. Su capacidad craneal

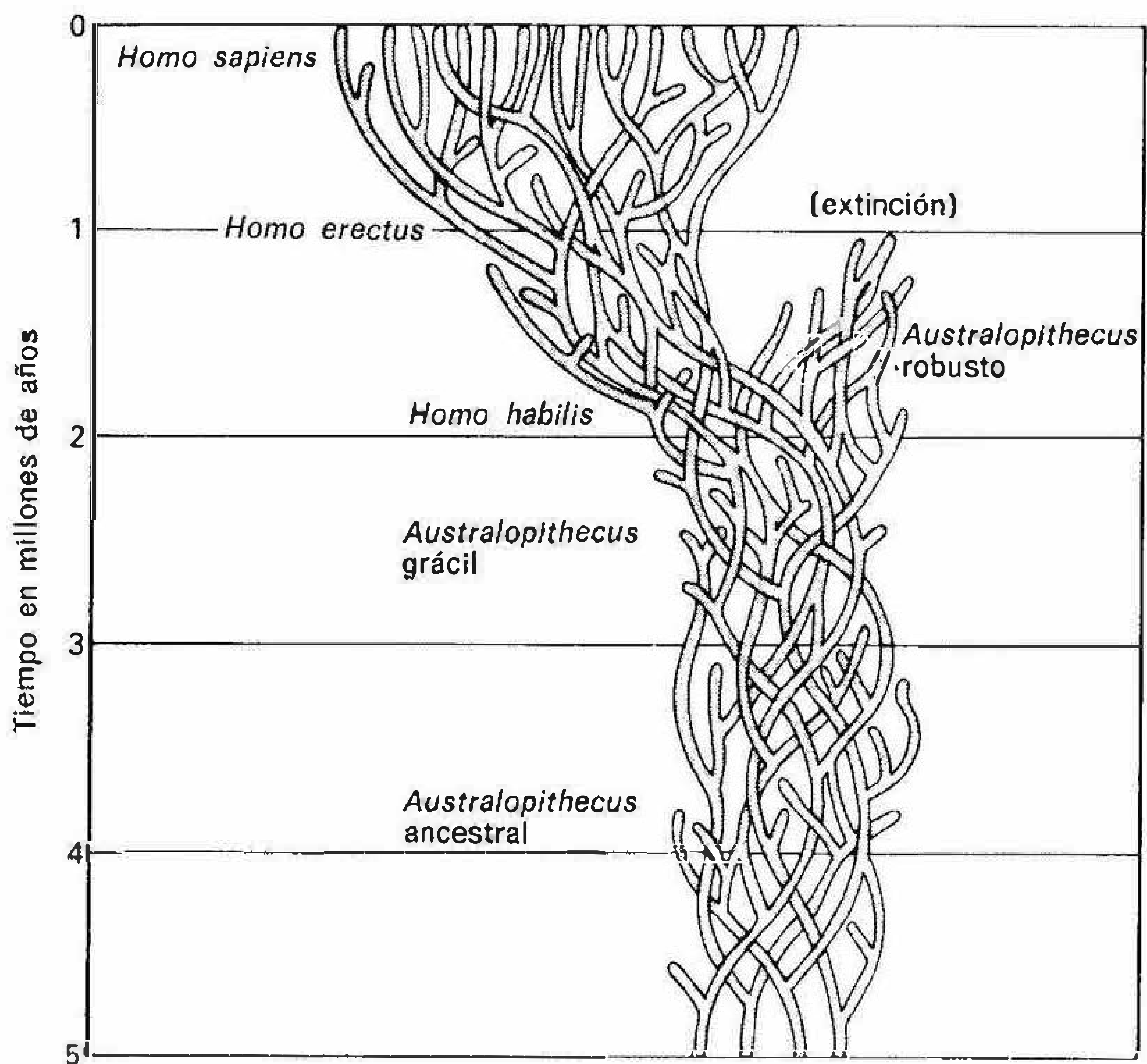


Fig. 3-10. Este diagrama del «árbol» evolutivo de las estirpes de los homínidos se ha dibujado para destacar la complejidad del proceso evolutivo. Cada especie en evolución comprende innúmeras variedades y poblaciones. El esquema pretende indicar la sucesión y las relaciones de las varias formas de homínidos representados en el registro fósil.

(que es una indicación del tamaño del cerebro) es de 500-530 cm^3, y eran bípedos, aunque probablemente no andaban igual que nosotros.

La forma grácil, más pequeña (fig. 3-11), poseía otra dentición. Aunque los molares presentan un ligero aumento de tamaño en relación a los dientes frontales, no es muy aparente, e incisivos y caninos aparecen menos reducidos. De hecho, sus dientes no son muy distintos de los que se encuentran en el hombre moderno. Su tamaño es pequeño, pues las formas más primitivas no tenían más que 1,1-1,4 metros de altura, y quizá sólo pesaban 30-40 kg. La

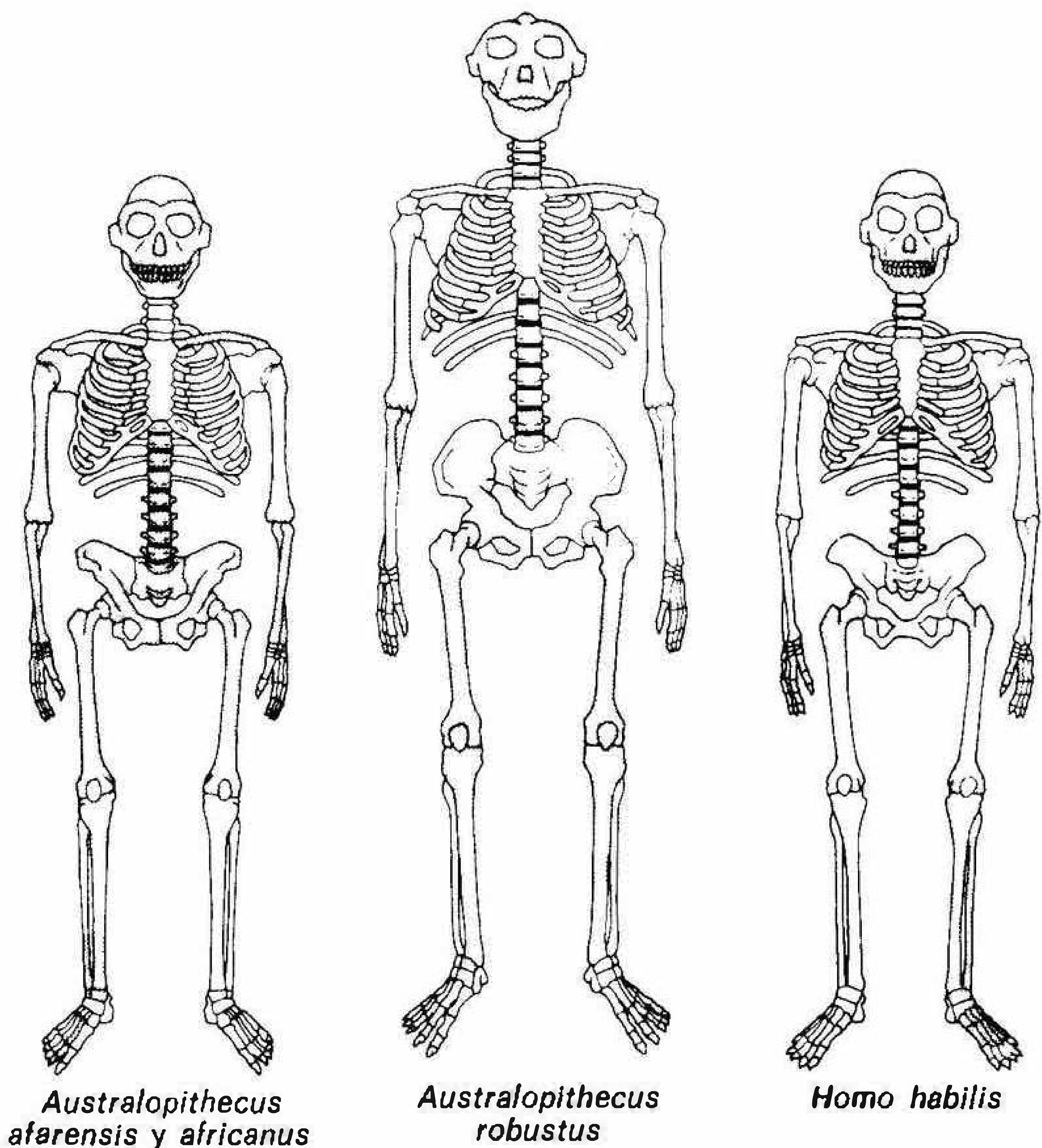


Fig. 3-11. Estos tres esqueletos se han sombreado para representar la cantidad de material de homínidos fósiles de que se dispone para su estudio. A la izquierda el *Australopithecus* grácil, en el centro la forma robusta, y a la derecha el *Homo* más primitivo, *Homo habilis*.

conservación de incisivos y caninos efectivos, aunque pequeños si se comparan con los de monos y simios, sugieren un estilo de vida más carnívoro en comparación con el de las poblaciones de australopitecinos robustos, más pesados. Ello está ampliamente confirmado por los últimos hallazgos arqueológicos. Su capacidad craneal varía desde unos 380 cm^3 en las más primitivas (ligeramente mayor que la de un chimpancé) hasta más de 500 cm^3 en las úl-

timas formas. Hace ya 3,5 millones de años, estos seres parecen haber sido completamente bípedos. Probablemente la deducción más importante a la que se ha llegado de los huesos de un pie encontrado en Olduvai y de huellas de pies preservadas en Laetoli, es que la marcha era completamente bípeda y el pie estaba tan modificado que el animal había perdido la capacidad de agarrarse. Así, el homínido infantil habría sido incapaz de agarrarse a su madre como hacen otros primates superiores, y habría necesitado que se le transportara. Algunas de las implicaciones de este hecho para el comportamiento de la hembra adulta y para la organización social se comentan más adelante.

HOMO HABILIS: LUGARES DE OCUPACIÓN

El lugar de ocupación más antiguo de los excavados en el desfiladera de Olduvai está asentado directamente sobre un río basáltico, y mediante técnicas radiativas se ha datado en casi 1,9 millones de años de antigüedad. Este yacimiento es importante por varias razones. Ha proporcionado restos de lo que se cree que es la primera estructura documentada arqueológicamente: un óvalo de unos 5 m de diámetro, constituido por pequeños montones de rocas basálticas (fig. 3-12). Si tal círculo lítico, y la configuración de piedras y huesos en su interior, se hubieran encontrado en un yacimiento del Pleistoceno tardío, lo interpretaríamos, con seguridad, como los cimientos de una choza o tienda. Aunque su función específica se desconoce en la actualidad, se parece mucho a la base de un escondrijo de caza o un paraviento, y bien podría representar la base de una vivienda (fig. 3-13). La zona situada al norte y al oeste del círculo está diseminada con utensilios de piedra y huesos animales. Los utensilios líticos más numerosos son lascas no modificadas (es decir, fragmentos pequeños y delgados de piedra con excelentes bordes cortantes). Tales lascas no modificadas constituyen casi las tres cuartas partes de los utensilios de esta localidad. También hay numerosos útiles acabados del tipo adecuado para tareas de golpear y tajar pesadamente, además de un número más reducido aptos para perforar, cortar y tallar (fig. 3-14). Asociado a estos útiles se encuentra un gran número de restos para su elabo-

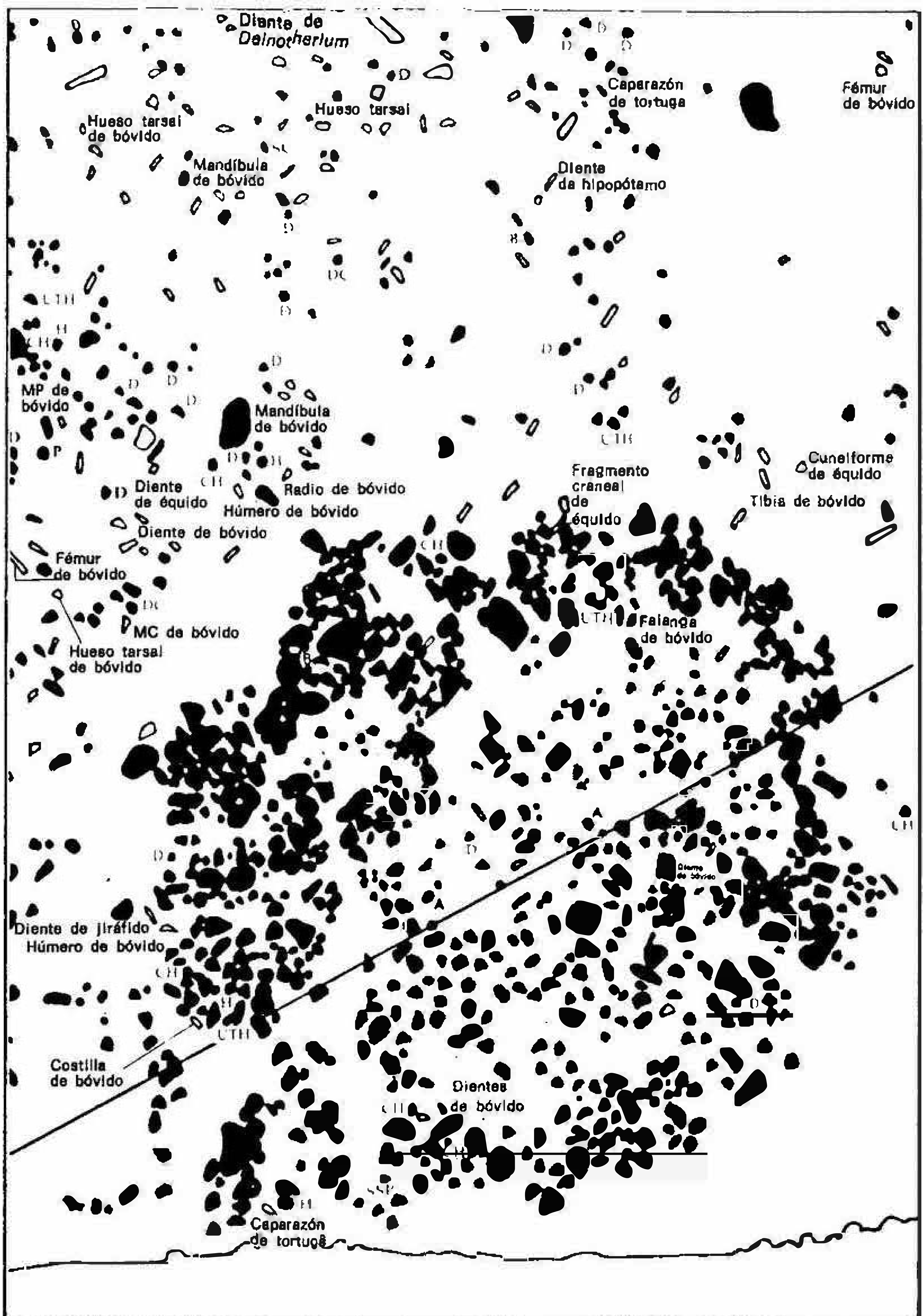


Fig. 3-12. El plano de una antigua superficie de terreno muestra la distribución de huesos y piedras en un yacimiento del Estrato I del desfiladero de Olduvai descubierto por Louis y Mary Leakey. El círculo de rocas sugiere la base de un paravientos o una estructura simple en forma de choza, la más antigua que se conoce. (D. Leakey.)

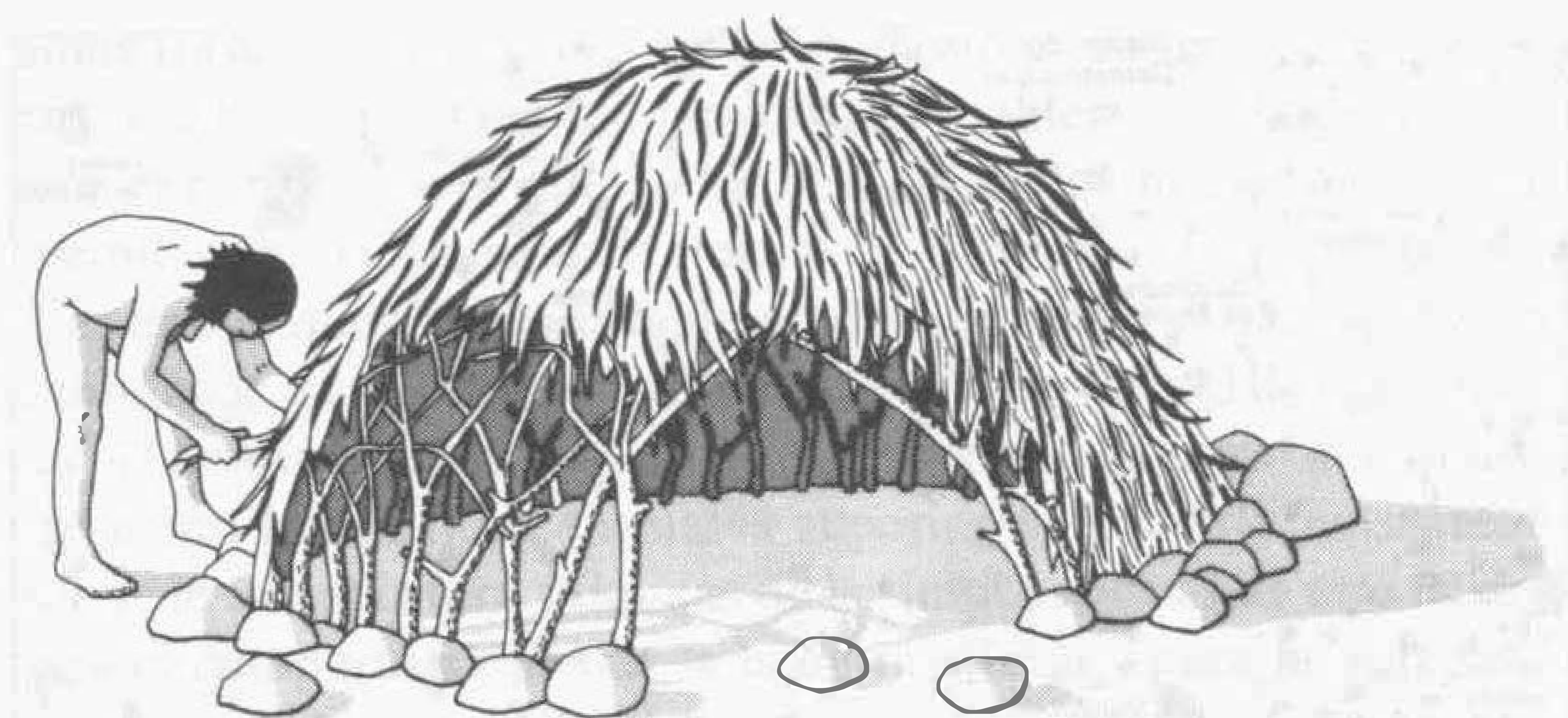


Fig. 3-13. El refugio que se encontró en Olduvai probablemente no fuera muy diferente del tipo de choza que todavía construyen muchos pueblos africanos. La ilustración muestra una choza de los !kung/bosquimanos, de un tipo que se construye en la actualidad.

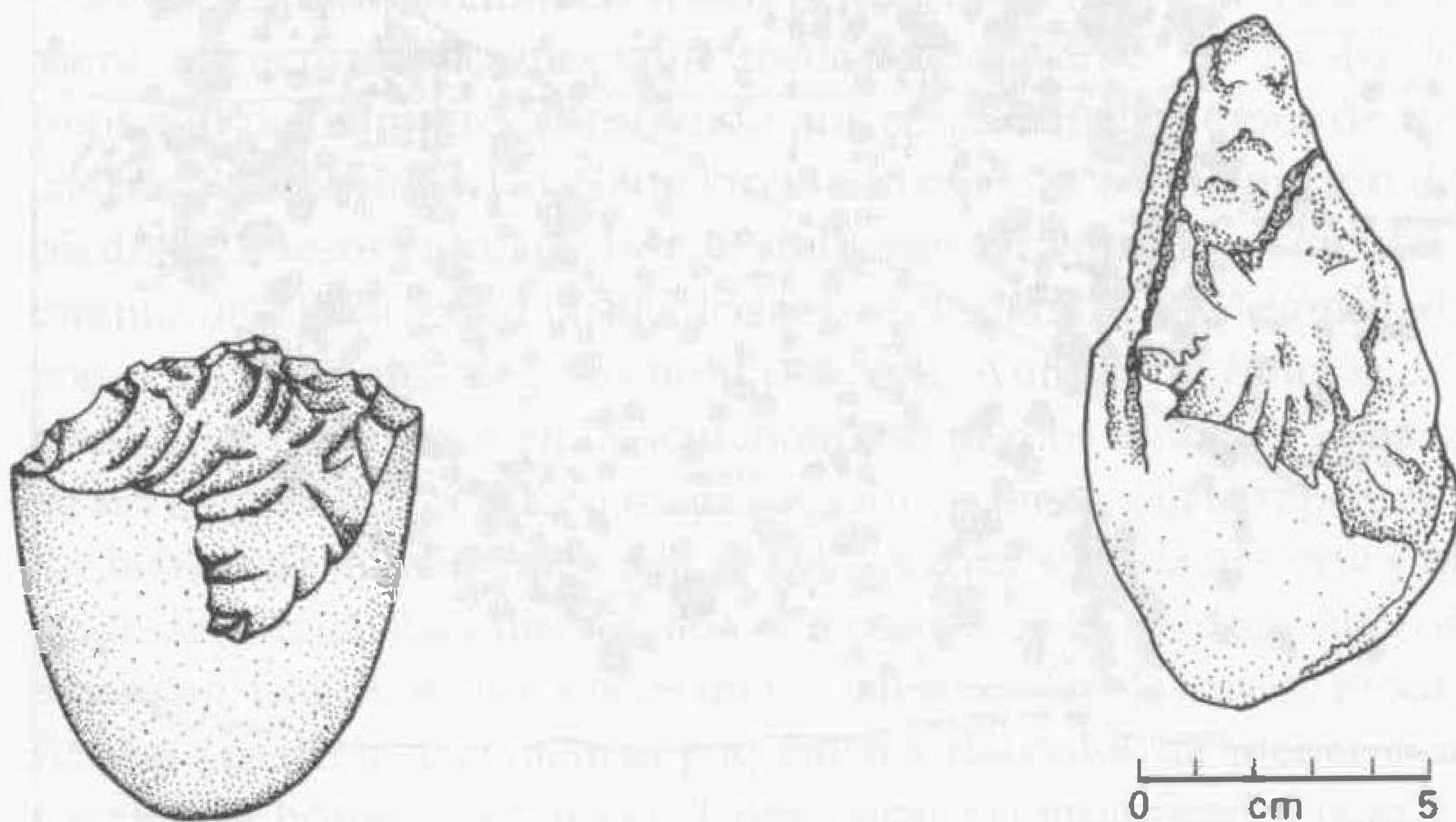


Fig. 3-14. Los útiles de Olduvai, de los estratos más bajos, constituyen el tipo más primitivo de la industria lítica que conocemos. Los más simples son de dos tipos: un guijarro redondeado del que a golpes se han desprendido lascas para conseguir un borde cortante (un utensilio nuclear), y las mismas lascas aguzadas (cada una de las cuales es un utensilio lasca).

ración de utensilios, en su mayoría cuarzo, que no se halla en la zona y debió ser traído de lejos. Los huesos animales van desde restos de formas pequeñas, como tortugas, hasta un gran elefante extinguido *(Deinotherium)*, así como otros de varios bóvidos y équidos. Un jiráfido, hipopótamo y jabalí también se hallaron, aunque en menor número. La presencia de cocodrilos, así como de restos de una planta parecida al papiro, se admiten como indicaciones de que este lugar de ocupación se hallaba a la orilla de un lago (fig. 3-15).

Otro yacimiento bien conservado, el de Olduvai, se halla a medio camino a través del estrato más bajo de yacimientos y se ha datado aproximadamente en 1,75 millones de años de antigüedad. Éste fue el primero de los yacimientos arqueológicos no removidos de esta época que descubrieron los Leakey, y la excavación del mismo fue extensa, más de 280 m². La principal porción de los restos arqueológicos se encuentra dentro de una densa concentración que cubre unos 28 m², con otras menores y dispersiones de piedra, y hueso en el resto de la superficie. Los tipos de utensilios

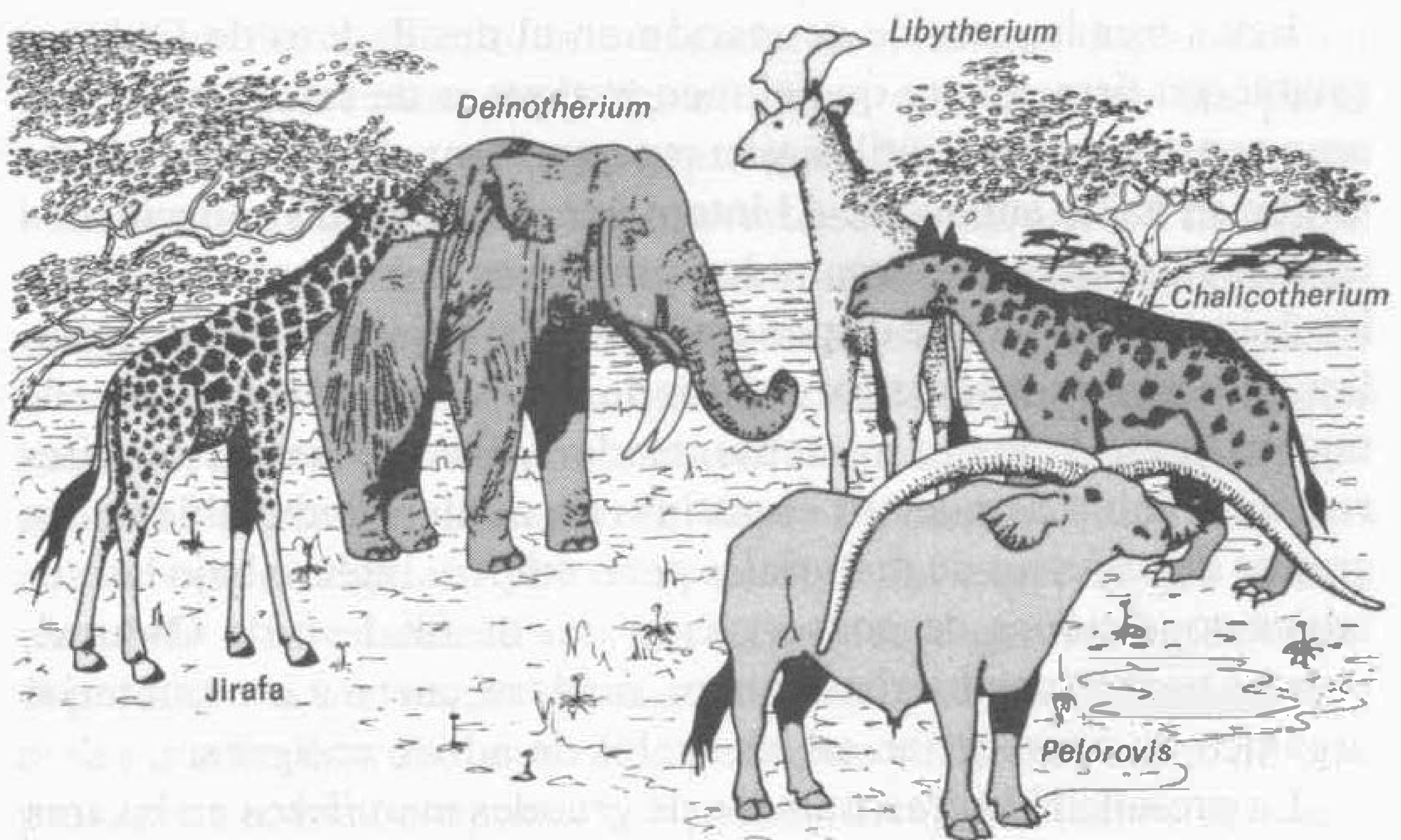


Fig. 3-15. La antigua fauna representada en Olduvai era incluso más rica que la de las actuales llanuras del Serengeti e incluía especies gigantes. Esta reconstrucción da alguna idea de la variedad de formas de animales extinguidas, junto a una antigua jirafa.

son muy parecidos a los del yacimiento más antiguo, pero hay un porcentaje mayor de raspadores modificados intencionadamente y una reducida serie de tajadores. El utensilio más común, como en el yacimiento anterior, es la lasca no modificada (casi el 90% del inventario total). Los objetos se hallan asociados a fragmentos y pedazos de extremidades óseas de animales en la concentración central; las áreas periféricas han proporcionado otros huesos de animales: mandíbulas, pelvis y escápulas, junto a piedras naturales y a artificios mayores. La mayoría de restos animales corresponden a pequeños mamíferos, peces, reptiles y aves; sin embargo, también se encuentran un número impresionante de formas mayores: bóvidos, équidos, jiráfidos y jabalíes.

Hacia la parte superior de los yacimientos asentados en el estrato inferior se encuentran los restos de una forma extinguida de elefante. Su esqueleto se hallaba parcialmente articulado y asociado a utensilios líticos. La mayoría de utensilios fabricados eran del tipo pesado, pero el modelo que se encuentra con más frecuencia es también la lasca no modificada. Existen otros fragmentos de grandes mamíferos en esta localización, entre ellos bóvidos, équidos y jabalíes.

Estos tres lugares de ocupación en el desfiladero de Olduvai establecen firmemente que al menos algunos de estos homínidos eran constructores de útiles, y su repertorio mucho más variado de lo que se había supuesto. Al intentar reconstruir las capacidades tecnológicas de estos homínidos primitivos debe recordarse que los únicos datos de que disponemos para trabajar son estos utensilios que se han conservado: objetos de piedra, un reducido porcentaje de hueso y, muy raramente, madera. Esta preservación diferencial elimina de nuestro escrutinio un número indudablemente grande de artículos de materiales perecederos. Incluso bajo las notables condiciones de conservación del desfiladero de Olduvai, objetos hechos con hierbas, juncos, madera, cuero u otro material orgánico no aparecerían en los suelos de adobe antiguos.

La presencia de gran número de grandes mamíferos en las tres localidades en relación con utensilios líticos, especialmente con gran abundancia de lascas de bordes cortantes, indica de manera inequívoca que los homínidos desollaban y consumían animales de caza. Sobre la base de los indicios actuales no puede determi-

narse si realmente mataban a los animales o bien aprovechaban los restos de las capturas de otros depredadores, pero la ausencia de puntas de lanza o de lanzas de madera no implica necesariamente que fueran carroñeros en lugar de cazadores. Hay varios grupos de cazadores actuales cuyo éxito depende más de la astucia, la velocidad y el conocimiento de las costumbres de la presa, que de la posesión de un armamento sofisticado. En las reservas de caza del África moderna, en las que está prohibido el uso de armas de fuego, es relativamente fácil acercarse a los animales. Parece que la cautela de los seres humanos es un comportamiento aprendido en la mayoría de herbívoros.

La importancia de estos yacimientos y otros en Olduvai reside en que el *Homo habilis,* hace 1,75 millones de años, ya se había convertido en un consumidor sistemático en al menos dos niveles tróficos. Con esto no quiere indicarse, sin embargo, que los homínidos degustasen sobre todo carne; la dieta de los cazadores-recolectores actuales en ambientes comparables está constituida principalmente por materia vegetal. El hecho de que estos homínidos poseyeran grandes molares que presentan desgaste y desportilladuras extensos testimonia su gran dependencia de plantas duras y fibrosas. Sin embargo, la presencia de animales destazados en todos los yacimientos de Olduvai indica que la carne era parte regular de su dieta, y es seguro que estos homínidos primitivos se hallaban a medio camino de convertirse en cazadores de eficaz colaboración, junto a leones, hienas y perros salvajes. La producción sistemática de utensilios cortantes significa, asimismo, que se liberaron de las restricciones que impone la regla general de que los depredadores tienden a ser mayores que sus presas. Sin embargo, esta regla sobre el tamaño del depredador se ha vulnerado muchas veces, en especial por parte de aquellas especies que se han adaptado a la vida en la sabana. Es evidente que las especies de depredadores que cazan en manadas o grupos pueden matar animales mucho mayores que ellos y obtener suficiente carne de una presa para todo el conjunto. Los perros salvajes africanos demuestran esta observación del modo más sorprendente: cazando conjuntamente en jaurías de 10-20 animales, estos perros pueden abatir cebras que pesan hasta 250 kg, aunque ellos sólo pesen 18 kg. De modo que la cooperación en la caza abre una variedad y canti-

dad de presas enormemente grandes a un depredador agrupado. Vista la gran densidad de herbívoros en la sabana, que puede relacionarse como 30-50 kg. de peso de carne por hectárea, el suministro potencial de carne es obviamente inmenso. La relación global entre número de animales presa y número de depredadores en la sabana se cree que es de alrededor de 100:1. (No está determinado por un prudente esfuerzo por parte de los depredadores, sino por diversas variables que incluyen su capacidad de matar frente a la habilidad de la presa para escapar.) Estos dos componentes de la biomasa tienden a mantenerse aproximadamente en equilibrio.

Las implicaciones etológicas de los restos arqueológicos de Olduvai son trascendentes. La cooperación entre los individuos para obtener carne debió de ser esencial, y el destace de grandes «paquetes» de carne, como elefantes, sugiere además que el alimento debió de compartirse entre ellos. Si se exceptúan aspectos muy limitados, este hecho de repartir la comida no se encuentra en los demás primates superiores. En todos los cazadores-recolectores conocidos, la obtención de carne es una tarea encomendada a los machos, mientras que la recolección y preparación de comida vegetal la hacen las hembras y los niños; es evidente que tal disposición se basa en compartir distintos recursos alimentarios por parte de los distintos miembros de un grupo común.

Aunque no tenemos ningún método directo para conocer el tamaño o la naturaleza de la unidad social de los homínidos, podemos hacer algunas deducciones basadas no sólo en el tipo de animales destazados, sino también sobre la estructura, por improbable que parezca, del pie del *Homo habilis*. Los huesos del pie recuperados en Olduvai son los de un órgano ya claramente adaptado a la locomoción bípeda: el pulgar se halla alineado con los otros y no es un dedo oponible y prensil como en monos y simios. En los primates superiores no humanos la cría se agarra con las patas anteriores y posteriores al pelaje de la madre, con lo que la deja libre para moverse de un lugar a otro con los demás miembros del grupo, al tiempo que ofrece alimento y protección. En ausencia de un dedo prensil del pie, el infante homínido depende absolutamente de que su madre lo sostenga durante el amamantamiento, y para ser llevado de un lado a otro, de modo que podemos asegurar que la naturaleza del cuidado a la prole había cam-

biado de forma radical. No sólo la cría dependía más de su madre, sino que por tal causa era menos móvil y necesitaba más, para el alimento y la protección, del resto de los adultos. Bien pudo ser éste el contexto en que un macho asumiera la responsabilidad del cuidado de una hembra (o hembras) y sus crías, y las ventajas selectivas de una tal disposición resulta evidente para la crianza de los jóvenes. La unión de estos grupos en bandas habría supuesto otras ventajas: la de proporcionar una fuerza laboral regular de machos cooperantes para la caza y la búsqueda de comida, y de ambos sexos para el destace y el consumo de alimento.

Quizá valga la pena añadir que existe la sensación real de que la vida de un depredador posee momentos de ocio, que rara vez se encuentran en la existencia de un herbívoro. La mayoría de animales herbívoros pasan toda su vida vigilantes buscando alimento, comiéndolo o (en el caso de los bóvidos), rumiándolo. Para la mayoría de grandes depredadores, suele ser suficiente cazar un día cada dos, o incluso tres. Representa que en el África oriental pueden verse perros salvajes o leones tomando el sol, reposando sobre una roca mientras observan el paisaje o bien jugando con sus crías. Si los homínidos ya participaban de este ocio, con seguridad se habrían encontrado en una posición aventajada para la evolución de la exploración, la experimentación y la comunicación social. El ocio es el privilegio del depredador.

Debido al exceso actual de la población humana, tanto en número como en densidad, es difícil concebir a nuestros antepasados más primitivos como un componente numérico insignificante de los habitantes del mundo. La condición actual de los seres humanos, como primeros depredadores y perturbadores de los ecosistemas mundiales, tiende a enmascarar el hecho de que durante más de cuatro millones de años los homínidos fueron probablemente muy pocos en número. El ecólogo Edward Deevey ha estimado que hace unos dos millones de años había una población total de homínidos de 125.000 individuos en el continente africano, y podemos imaginar que su densidad media en la sabana no debía ser muy distinta a la de los leones en la actualidad, es decir, 0,05 a 0,25 por km^2. La tasa de innovación tecnológica era lentísima durante este período (aproximadamente hace de 5 a 1 millón de años), y *Australopithecus* y *Homo habilis* participaban en el sistema de

equilibrio a más largo plazo que ninguno de los homínidos conocidos. Su aptitud para alterar de forma importante el equilibrio ecológico, para no hablar de la capacidad de agotar los recursos locales, estuvo limitada por su competencia tecnológica tanto como el número reducido de individuos de sus poblaciones. Ciertamente, eran incapaces de producir las principales catástrofes ecológicas que los hombres modernos gustan de calificar como «la conquista de la naturaleza».

LOS HADZA

El grupo al que aquí se denomina hadza es la población oriental de cazadores y recolectores que viven cerca del lago Eyasi en Tanzania, no lejos de Olduvai (figuras 3-16 a 3-18). Los hadza orientales habitan en una zona de sabana relativamente seca al este del lago, constituida por praderas salpicadas de zonas de matorral achaparrado y de acacias. Entre 600 y 800 de estos cazado-



Fig. 3-16. Tlanjalaga, un hadza, prepara el astil de una flecha. Su arco y sus flechas de caza se hallan sobre una piedra a su lado. Los niños aprenden las habilidades de los adultos mediante la observación atenta, así como en el juego. *(James Woodburn.)*



Fig. 3-17. Una mujer hadza corta tiras de carne de cebra, que cuelga de una rama junto a su choza de hierba. *(James Woodburn).*

res-recolectores ocupan más de 2.500 km², con una densidad media de 0,3 personas por km². La caza abunda en el territorio de los hadza: varias especies de antílopes, junto a jirafas, cebras, papiones, jabalí verrugoso, elefante, león y hiena que son los grandes animales comunes. Previamente, los rinocerontes no eran raros. También existe una rica fauna de pequeñas especies, entre las que se cuentan liebres, tortugas y damanes. Todas estas formas son carroñeadas y cazadas por los hadza excepto el elefante. Raíces tuberosas y bayas constituyen su dieta básica, que se complementa con miel y larvas de abejas silvestres. Aunque en la estación seca el agua es escasa, existen muchas fuentes, bien distribuidas, durante la estación de las lluvias, que dura 6 meses.

La dieta de los hadza está constituida, quizás, hasta por un 80% de peso de materia vegetal, con un resto compuesto por carne y miel. James Woodburn, un etnógrafo que estudió a los hadza, estima que sólo se invierte una media de dos horas por persona y día en actividades de subsistencia. La depredación les ha proporcionado ocio. No se cultivan plantas ni existe esfuerzo alguno ten-



Fig. 3-18. Las mujeres hadza utilizan estacas excavadoras para extraer una gran variedad de raíces alimenticias, muchas de las cuales se encuentran en zonas secas y pedregosas. Las raíces son transportadas al campamento en el saco de cuero que al efecto las mujeres se cuelgan al hombro. *(James Woodburn.)*

dente a la cosecha sistemática o a la conservación de animales. Hombres, mujeres y niños salen diariamente a obtener comida vegetal, miel y pequeños animales tales como tortugas. La caza la realizan los hombres, con arco y flechas envenenadas, y es esencialmente una actividad individual o que implica sólo a unos pocos hombres. Los animales pequeños son cocinados y comidos en el lugar por los hombres, pero los animales mayores son llevados al campamento y su carne se distribuye rápidamente. La segunda fuente de comida en importancia para los hadza es el carroñeo, que se realiza a través de una cuidadosa observación de los movimientos de los buitres y escuchando las llamadas nocturnas de leones y hienas. De este modo, pueden localizar no sólo los animales muertos por depredadores, a los que no dudan en ahuyentar del cadáver, sino también animales que han muerto de modo natural y que proporcionan un fácil suministro de carne. Por lo general, los hadza no practican forma alguna de conservación o almacena-

miento de comida; conocen las técnicas, pero consideran que se trata de una pérdida de tiempo y de esfuerzos.

Investigaciones recientes realizadas por Christen Hawkes y sus colaboradores han demostrado que el carroñeo tiene prioridad sobre las demás actividades, aunque sólo rinde el 20 por ciento de la carne de los cadáveres. Aparentemente, otros carnívoros y carroñeros, con la excepción de los leones, pueden ser ahuyentados fácilmente de las presas que matan. Pero la carne obtenida mediante carroñeo es siempre un recurso incierto, a veces oportunamente abundante, pero no disponible de forma regular.

Las presas que se cazan incluyen 11 especies con un peso corporal superior a los 40 kg. Sólo los elefantes no son cazados nunca, aunque ocasionalmente se aprovechan sus cadáveres. Leones y hienas se cazan ocasionalmente.

Las estrategias de búsqueda de alimento difieren según se trate de la estación seca o de la húmeda. La estación más productiva para la carne es la estación seca, cuando los mamíferos permanecen cerca de las fuentes de agua y pueden ser cazados con arco y flechas desde escondites, que por lo general se instalan a una hora de camino del campamento base.

En la estación húmeda esta estrategia, denominada *caza por intercepción,* se abandona y se sustituye por la *caza por encuentro.* Partidas de alimentación de ambos sexos y con niños se desplazan en un radio de dos horas desde el campamento base e intentan matar a cualesquiera animales que encuentren. El final de la estación seca resulta ser la mejor época para la caza y el carroñeo.

Los campamentos hadza están situados en zonas de rocas y/o árboles y consisten en chozas de maleza construidas muy someramente. Viven en campamentos dispersos cuya capacidad media es de unos dieciocho adultos, pero el tamaño del poblado varía con la estación: en la húmeda, cuando los recursos hídricos se hallan ampliamente distribuidos, los campamentos son pequeños. Los mayores aumentos se dan durante la estación seca, época en la que los recursos hídricos están peor distribuidos y cuando se cazan los animales grandes. Woodburn piensa que el tamaño de la caza es un factor crítico a la hora de explicar las mayores agrupaciones de los hazda. Cuando un animal grande ha sido muerto, la gente sabe que habrá para todos gran cantidad de carne, que es un alimento muy apreciado.

Entre los hadza hay una ausencia total de leyes o derechos sobre la tierra o sus recursos. No intentan expulsar a los extranjeros de su territorio, ni efectúan reclamaciones individuales para ninguna porción de la tierra. Cualquier hadza es libre de recolectar plantas o de cazar allí donde quiera. Tradicionalmente mantienen sólo relaciones comerciales mínimas con grupos vecinos y constituyen un sistema socioeconómico esencialmente independiente; en esto difieren de los pigmeos mbuti.

Recientemente, sin embargo, un número creciente de hadzas se están dedicando a los trabajos agrícolas, que realizan contratándose con las tribus vecinas. Sólo unos 200 siguen siendo cazadores y recolectores a tiempo completo. Sin embargo, todos ellos se dedican al carroñeo de vez en cuando y es interesante que éste parece ser un medio de subsistencia más fiable que la incierta disponibilidad de trabajo agrícola en las regiones circundantes.

Dada su actitud, más bien indiferente hacia la subsistencia, el nivel nutritivo de los hadza es notablemente alto, y sus niños suelen hallarse libres de los parásitos y las enfermedades asociados a la desnutrición tropical, que puede verse normalmente en otras partes. Su entorno proporciona mucho más alimento del que pueden consumir, y se sabe que han acogido a gentes agricultores vecinas, cuyos cultivos están sujetos a fracasos inapelables. La cantidad y diversidad de alimento en su región, junto con una baja densidad de población, hacen que sea seguro el modo de vivir de los hadza. En la actualidad tendemos a pensar que estos cazadores «primitivos» son gente muy pobre, que a duras penas consiguen subsistir, ya que les cuesta muchísimo obtener la comida. Esta imagen es completamente errónea para los hadza, y tampoco parece ser verdad para muchos otros grupos de cazadores-recolectores, incluso cuantos viven en ambientes menos agradables. El éxito de estas gentes, nada complicadas desde el punto de vista tecnológico, parece estar relacionado con el hecho esencial de que viven muy por debajo de la capacidad límite de su ambiente, lo que depende directamente, de sus números poblacionales reducidos y bajas densidades.

Por lo general, en el caso de los cazadores-recolectores nómadas la población siempre se halla sujeta a controles a la vez biológicos y de comportamiento estrictamente humano. Los nacimien-

tos muy espaciados se mantienen por la práctica natural de que los hijos lacten hasta los 3 ó 4 años de edad. Un freno adicional al crecimiento de la población se logra mediante el infanticidio, el aborto y tabúes contra la cópula para las madres que crían, todos ellos habituales. Con estos métodos pueden sustituir a los miembros de la sociedad que han muerto sin aumentar significativamente el número de nacimientos sobre el de los defunciones. El control de la población en los seres humanos, como en muchas especies animales, es uno de los factores básicos en el mantenimiento del equilibrio en un ecosistema (véase el capítulo XI).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Hemos visto que la sabana tropical ofrece a los homínidos un entorno excelente para la caza y la recolección. Los recursos vegetales, aunque son menos variados que los de la pluviselva tropical, representan una fuente de alimento segura y predecible. Las grandes manadas de herbívoros proporcionan carne en cantidades abundantes, que puede obtenerse mediante técnicas de caza relativamente simples o mediante carroñeo. Hemos examinado los indicios de dos adaptaciones a este bioma: uno que se remonta a los antiguos tiempos de la prehistoria, y otro centrado en un moderno grupo de cazadores-recolectores que planifican una dieta bien proporcionada de alimentos silvestres con un gasto mínimo de energía. Ambos ejemplos corresponden a sistemas de equilibrio muy estable y duradero, a pesar de las diferencias evidentes en los propios homínidos y en sus capacidades tecnológicas. Lo que estos grupos tienen en común es un modelo de explotación ambiental que altera mucho menos las relaciones entre otros componentes sistémicos que la ganadería o la agricultura. Ni los homínidos primitivos ni los hadza presentan indicios de comportamiento rapaz hacia plantas u otros animales que afecte gravemente los futuros recursos alimentarios del ambiente, aunque durante la estación seca los incendios pueden producirse casualmente. En el caso de la población de homínidos primitivos, la densidad probablemente también era baja, y se mantuvo así durante un largo período de tiempo sin utilizar mecanismos de control de la natalidad. Segura-

mente la mortalidad infantil presentaba un índice elevado, y es evidente que *Homo habilis* y sus predecesores, que aún no conocían el uso controlado del fuego, con probabilidad constituían un recurso alimentario para los carnívoros. Los hadza, como tantos otros grupos de cazadores-recolectores nómadas, limitan indudablemente el crecimiento de la población mediante sistemas culturales, con lo que se aseguran a la vez no agotar los recursos locales y evitar el hacinamiento humano.

Sin embargo, se estima que la pluviosidad que había antaño en Olduvai era del orden de 800-1.000 mm anuales, en comparación con los 300-600 mm que caen actualmente en el territorio hadza. Observaciones y cálculos recientes sugieren que el área de Olduvai tenía una biomasa de 5 a 8 veces superior a la cifra correspondiente al país de los hadza. Por lo tanto, las tasas de encuentro para nuestros primitivos carroñeros y recolectores homínidos pudieron haber sido de 5 a 8 veces mayores. Porque sabemos que una jauría numerosa de perros puede hacer que todos los depredadores (incluidos los leones) abandonen a una presa muerta, es probable que un grupo de homínidos primitivos a la busca de comida y blandiendo palos y piedras pudiera conseguir lo mismo.

Bibliografía

LEAKEY, M. D.: *Olduvai Gorge: Vol. 3 Excavations in Beds I and II (1960-1963)*, Cambridge University Press, 1971.

WOODBURN, J.: An introduction to Hadza ecology, y Stability and flexibility in Hadza residential groupings. En *Man the Hunter*, R. B. Lee y I. DeVore, eds., Aldine Publishing Co., Chicago, 1968.

WOODBURN, J. C.: Hunters and gatherers today and reconstruction of the past. En *Soviet and Western Anthropology*, E. Gellner, ed., Duckworth, London, 1980.

O'CONNELL, J. F. K., HAWKES C. y BLURTON JONES, Hadza scavenging: implications. *Current Anthropology*, 29: 356-363, 1988.

COE, M. J., CUMMINGS, D. H. y PHILLIPSON, J.: Biomass and production of large African herbivores in relation to rainfall and primary production. *Oecologia*, 22: 341-354, 1976.

IV. EL BOSQUE TEMPLADO

EL BIOMA

El bioma del bosque templado se distingue claramente de los dos biomas que hasta ahora hemos considerado, porque se encuentra suficientemente alejado hacia el norte (o hacia el sur) como para estar sujeto a fluctuaciones estacionales de temperatura. Por lo general, hay dos o tres meses de tiempo muy frío en invierno, aunque el grado y el período varían. Los árboles son típicamente caducifolios o deciduos, y este sorprendente cambio en el aspecto del bosque, junto a la floración y fructificación estrictamente estacionales, resalta la variación térmica estacional. Los árboles más comunes del bosque son el arce, el haya, el roble, el avellano y el olmo. En la actualidad este bioma se halla extendido por toda Europa, los Estados Unidos orientales y parte de Asia; en especial China y Japón (figs. 4-1 y 4-2). Es, asimismo, el bioma que ha sufrido la destrucción más extensa, debido a la explotación maderera o al desbroce destinado a la agricultura y al pastoreo en Europa y en Norteamérica. En este caso el clímax natural del bosque ya no está presente, sino que el bioma se mantiene artificialmente con un nivel distinto de estabilidad, que con frecuencia se describe como clímax de perturbación o disclímax. El bioma del bosque templado puede estabilizarse más fácilmente en una disclímax que los biomas tropicales cuando son alterados por la actividad humana (véase el capítulo VIII). La estabilidad de este bioma se la debemos ante todo a su diversidad: posee un abanico de especies superado en variedad sólo por la pluviselva tropical. Por esta razón, y debido a la pauta de pluviosidad y a la calidad del suelo asociado al bosque, éste tiene gran capacidad de recuperación de

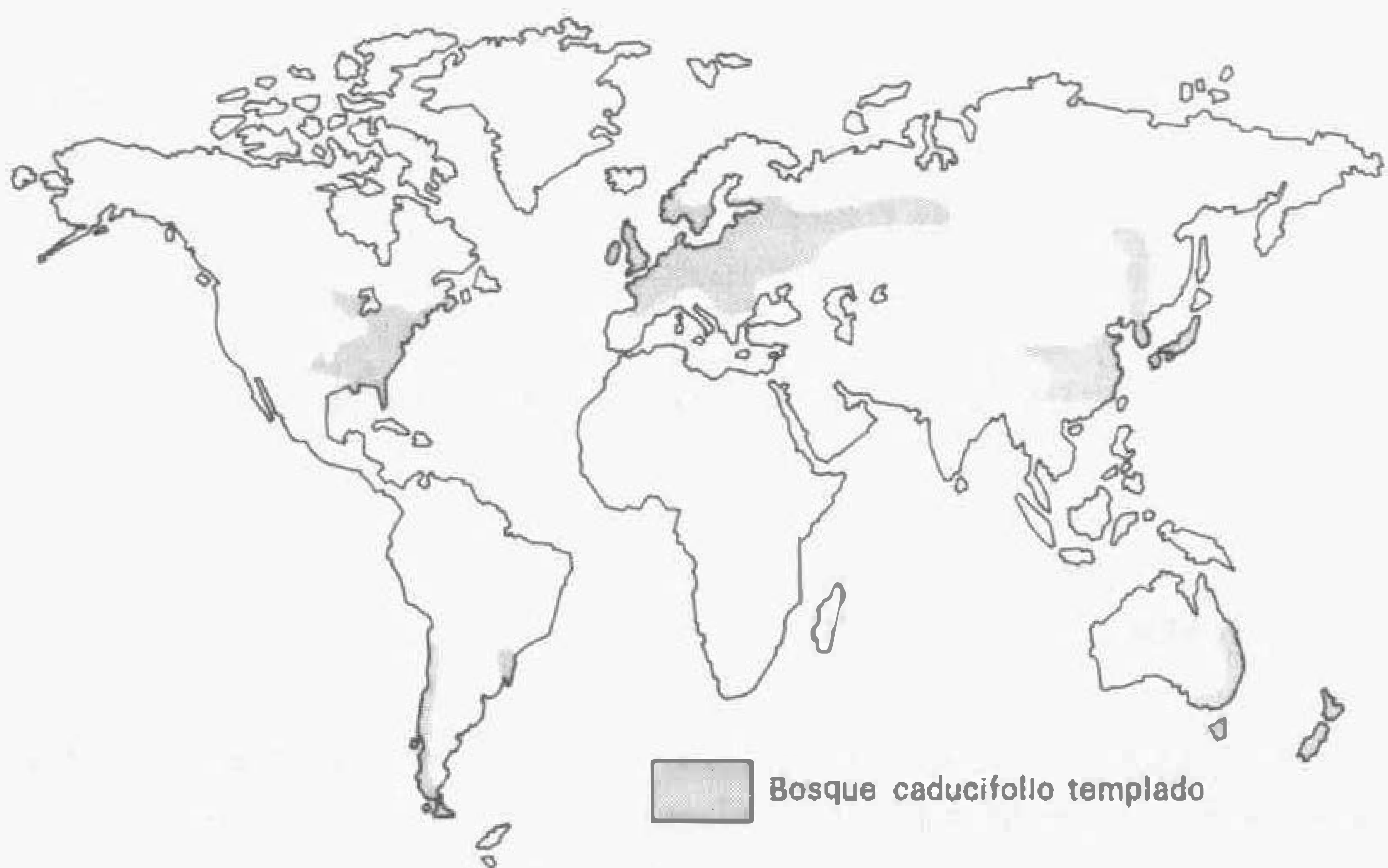


Fig. 4-1. El bosque templado es familiar a la mayoría de los europeos, y fue el ambiente original de la mayor parte de Europa y de los Estados unidos nororientales, así como en gran parte de China. La inmensa mayoría de bosques templados europeos han sido desbrozados para la agricultura, puesto que el suelo y las condiciones climáticas son ideales para la producción intensiva de alimentos sin irrigación. Si este desbroce de los bosques fuera a continuar, la diversidad de la vida salvaje se reduciría finalmente de modo drástico, y la producción de madera se acabaría.

las agresiones humanas. Nuestra llamada civilización occidental ha conseguido su mayor desarrollo en este bioma.

La presencia de bosque, en lugar de pradera, en esta región, se debe a una pluviosidad distribuida de manera bastante regular (750-1.500 mm): a veranos húmedos, temperaturas moderadas y pocas sequías. Los lagos abundan, con arroyos y ríos permanentes. La presencia de árboles caducos significa a su vez que durante parte del año la luz del sol alcanza el suelo, y como resultado existen estratos bien desarrollados de vegetación herbácea y arbustiva, y una vida edáfica mucho más rica que la que se encuentra en la pluviselva tropical. Al mismo tiempo, la tasa de sedimentación de hojarasca es mayor que en los trópicos, y contiene sales minerales y materia orgánica en mayor abundancia. Tal disposición y las lluvias regulares producen un menor lavado de minerales que el



Fig. 4-2. Un robledal inglés maduro es un bello ejemplo del tipo de bosque climático que se desarrolla en la zona templada septentrional cuando se dan las condiciones apropiadas. Puede haber un recubrimiento considerable del suelo en primavera, antes de que las hojas se desarrollen, pero escasea durante el verano. La diversidad de especies es mucho menor que la propia de las pluviselvas tropicales. *(Natural History Photographic Agency.)*

que encontramos en los trópicos, y la constante adición de materia orgánica al mantillo mantiene su fertilidad. En consecuencia, estos suelos podsólicos son fértiles cuando se desbrozan con fines agrícolas, y más estables que los suelos tropicales, aunque si no se cuidan no soportan indefinidamente la producción de cultivos.

La flora y fauna variadas hacen que el bosque sea un ambiente adecuado para los cazadores-recolectores; está bien provisto de frutos y nueces, y con gran variedad de pequeños animales de caza, aves y roedores, y mayores como ciervos, junto a jabalíes y osos, entre otras especies (fig. 4-3). La estacionalidad de los recursos alimentarios, sean éstos herbaje, fruta o nueces, ha conducido a un movimiento de los herbívoros y de sus carnívoros acompañantes. En particular, los ciervos tienden a reunirse en agregaciones mayores al final del verano y en otoño, y se dispersan solos o



Fig. 4-3. El ciervo común es un típico animal de bosque, que antaño abundaba en Europa. El bosque primigenio era asimismo el hogar del jabalí. *(Natural History Photographic Agency.)*

en parejas en invierno o primavera. Estos movimientos se relacionan con la concentración de recursos alimentarios disponibles durante la estación de las nueces, y con la necesidad de diseminarse para encontrar comida en las demás épocas. Estos factores incluyen caza y recolección estacionales para los seres humanos, con una norma de instalación determinada estacionalmente.

El bosque caduco templado es muchísimo más productivo que la sabana, pero en esta productividad se da una proporción disponible mucho menor para los herbívoros ramoneadores y apacentadores, porque las hierbas y los matorrales bajos se encuentran dispersos.

Las adaptaciones humanas a las regiones templadas requieren más que técnicas de caza y recolección. Al haber evolucionado en

los trópicos, estamos acomodados a sobrevivir en un grado de temperaturas alrededor de los 27°C. Es la llamada temperatura *crítica*, y con ella los seres humanos no enfrían ni caldean su cuerpo: no sudan ni tiritan. Aunque podemos soportar variaciones sorprendentemente grandes en torno de esta temperatura, sabemos que para el confort y la supervivencia solemos mantener un microclima artificial a nuestro alrededor que se acerca tanto como es posible a la crítica. Por ello, parece probable que cuando nuestros antepasados ocuparon las regiones templadas del hemisferio norte tuvieran a su disposición refugios eficaces, o bien vestimentas (pieles) o fuego, y probablemente las tres cosas a la vez. La evidencia de algunas adaptaciones humanas a las zonas templadas puede verse claramente en el registro arqueológico. En este capítulo examinaremos una antigua instalación de cazadores y recolectores en China, y la acomodación reciente de los cazadores, recolectores y agricultores, hoy en día ya extinguidos, en Norteamérica.

LA CUEVA DE CHUCUTIÉN

Existe una incertidumbre considerable sobre la época en la que los homínidos primitivos de África *(Homo habilis)* penetraron y se extendieron por primera vez por Europa y Asia, pero sabemos con seguridad que sus sucesores se hallaban, ampliamente dispersos hace aproximadamente un millón de años, si no antes. Hacia esta época tenemos pruebas de la presencia de seres humanos en el Sudeste asiático y en Europa meridional. Hacia unos 500.000 años a. p. el registro arqueológico es más completo y se halla mejor conservado y corresponde a la época en que los seres humanos expandían su área de distribución hacia el norte, desde las regiones subtropicales a las templadas. Uno de los yacimientos más importantes que se conocen de este período es el de Chucutién, una aldea cercana a Pekín, en China central (fig. 4-4). Este yacimiento se halla en lo que hoy en día es el bioma del bosque templado, y tenemos pruebas de que por la época en que tal lugar fue habitado por primera vez por el hombre, el clima y el bioma eran muy similares a los actuales. A la vista de la extensión e im-



Fig. 4-4. Chucutién se halla cerca de Pekín y es sólo uno de los numerosos yacimientos fosilíferos de China. Son excitantes las posibilidades de investigaciones futuras en China sobre las primitivas adaptaciones de los seres humanos a las condiciones templadas.

portancia de las investigaciones arqueológicas realizadas en este yacimiento, lo consideraremos detalladamente.

La aldea de Chucutién está situada al pie de una cadena de colinas, a unos 36 m por encima de una extensa llanura fértil. El propio yacimiento comprende la mayor parte de una pequeña loma cerca de la aldea. La ladera de dicha colina la constituye el relleno consolidado de una antigua cueva de enorme tamaño, pues medía por lo menos 50 m de altura y 175 m de longitud. En el curso del tiempo, el techo de la cueva, formado por roca madre caliza, se ha erosionado, de modo que el relleno se encuentra en la actualidad en la superficie del suelo.

La palabra Chucutién significa «colina del hueso de dragón» y hace mucho tiempo que los chinos locales sabían que en este lugar podían encontrarse huesos fósiles. Fue reconocido como un importante yacimiento paleontológico en 1918, por el paleontólogo sueco J. G. Andersson. Las excavaciones realizadas poco después

revelaron tres dientes humanos junto a artefactos de cuarzo y a una masa de huesos animales fosilizados. Desde 1927 a 1937 se realizaron extensas excavaciones, y miles de toneladas del relleno consolidado de la cueva se extrajeron mediante barrenados y voladuras. Fueron registrados todos los restos faunísticos y culturales, pero la excavación se efectuaba en bloques de un metro cúbico. En esos tempranos días no se realizaban los registros horizontales de los suelos vivos como en Olduvai (capítulo III), aunque es indudable que tales suelos existieron.

A pesar de las técnicas originalmente empleadas en Chucutién (y que se comparan desfavorablemente con los actuales métodos), existe una gran cantidad de información procedente de las publicaciones chinas de la preguerra. Recientemente se han empredido nuevas investigaciones por parte de los chinos en este yacimiento, con un resultado de gran valor. Los datos que siguen proceden de las publicaciones chinas de preguerra y de las más recientes.

Últimamente los botánicos chinos han recolectado muestras de polen de gran parte del relleno de la cueva y han analizado la flora que existía en la vecindad de la misma por la época de la sedimentación. A través de todo el perfil polínico, hierbas, matorrales y árboles caducifolios son igualmente comunes, y hay una pequeña proporción de polen de coníferas (alrededor del 10%; fig. 4-5). Sin embargo, las muestras se tomaron cuidadosamente en toda la profundidad del relleno de la cueva, y el examen de las mismas en los límites de los géneros vegetales, revela que la base y la cima del depósito contienen plantas correspondientes a un clima frío, mientras que la parte principal, central del depósito, abarca plantas forestales asociadas a un clima templado cálido. Hacia el centro del mismo hay una zona de caldeamiento máximo, que contiene polen de plantas que en la actualidad se encuentran algo al sur de Pekín. Nos sugiere que por aquella época el clima en Chucutién era algo más cálido que en la actualidad. Esta secuencia de frío-calor-frío en la flora de los depósitos de la cueva indica que éstos se depositaron durante un período interglacial, es decir, entre dos de las edades del hielo o períodos fríos que sabemos tuvieron lugar en el hemisferio norte durante el último millón de años. Sin embargo, desconocemos la duración temporal representada por este período cálido, aunque ciertamente se dio entre 600.000 y

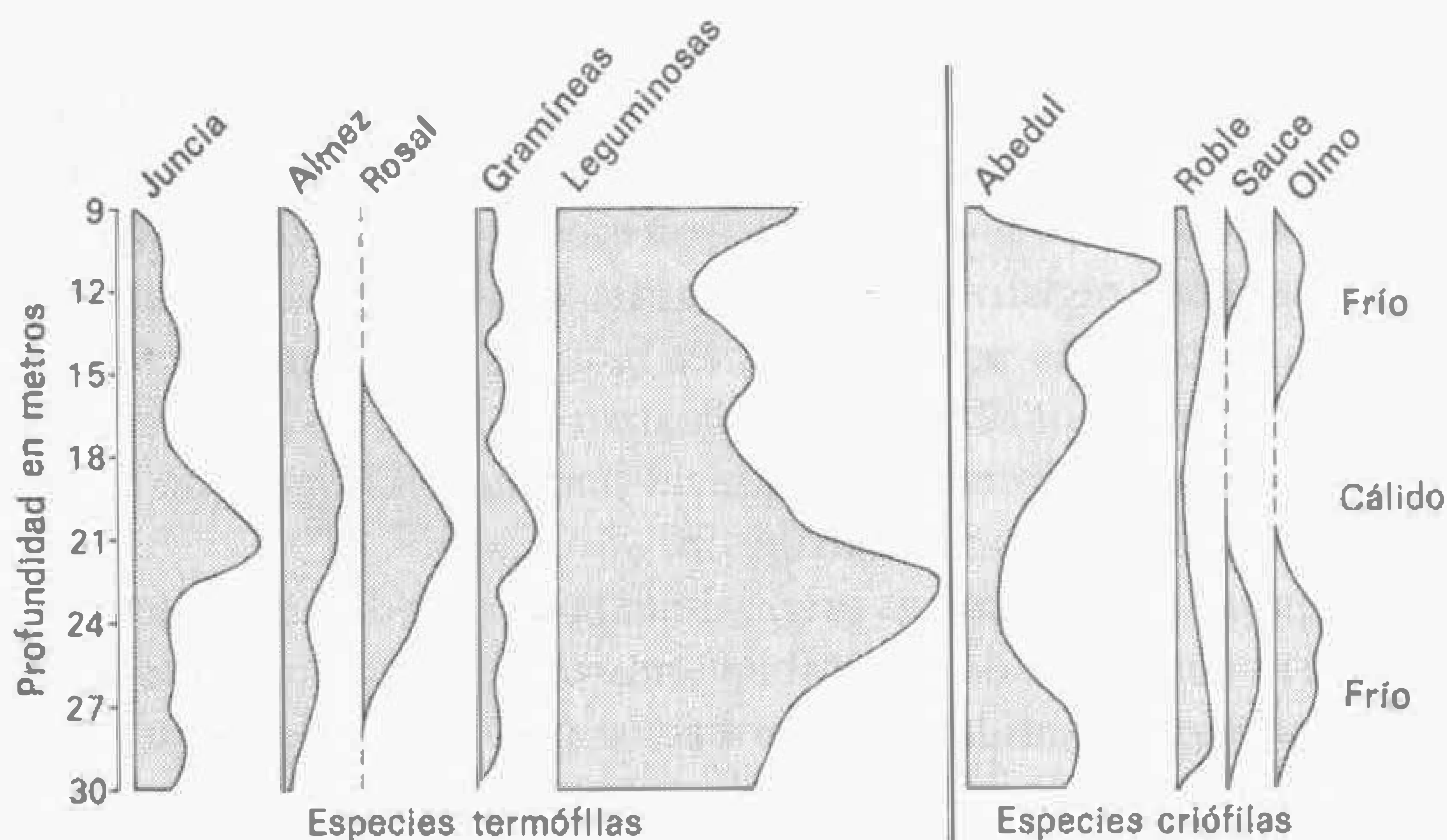


Fig. 4-5. El análisis del polen procedente de una excavación puede ser muy revelador acerca de las condiciones ambientales de un lugar y época determinados. El tipo de resultados que pueden obtenerse a través de estas concienzudas investigaciones se aprecia en los esquemas que resumen un estudio hecho por los chinos en Chucutién. La flora indica que durante el período sedimentario en la cueva, el clima cambió de frío a cálido, lo que representa un período cálido en el Pleistoceno, hace casi 500.000 años. (Según Hsu.)

300.000 años a. p. También sabemos con seguridad que la fase cálida, que cubre el período de ocupación de la cueva, estaba caracterizada por bosque caducifolio templado, con sus robles, hayas y abedules característicos, junto a una gran variedad de arbustos, hierbas y gramíneas.

La importancia del yacimiento de Chucutién se debe, sobre todo, al gran número de huesos de seres humanos primitivos recuperados de los depósitos de la cueva. Estos restos fragmentarios pertenecen a la especie de *Homo* designada como *Homo erectus*, que precedió a los seres humanos modernos *(Homo sapiens)* y sucedió al *Homo habilis*. Los restos corresponden a una cuarentena de individuos, hombres, mujeres y niños, e incluyen partes de unos 14 cráneos, algunos huesos faciales, mandíbulas, dientes y varios huesos de las piernas. Los restos se encuentran principalmente hacia la parte media del depósito, cuando el clima era cálido, aunque unos cuantos fragmentos datan de tiempos más fríos.

Aunque los restos son fragmentarios, nos indican muchas cosas sobre los ocupantes de la cueva. En realidad, estos huesos constituyen una de las mayores muestras de poblaciones prehistóricas que poseemos. Su estudio señala que estas gentes no eran muy distintas de nosotros, excepto en la región craneal (fig. 4-6). Su cerebro era menor que el nuestro, pero mucho mayor que el del *Australopithecus* u *Homo habilis*. La capacidad craneal media de 1.050 cm^3 recae exactamente dentro del grado de tamaño cerebral del hombre moderno (1.000 a 2.000 cm^3). Al comparar el *Homo erectus* con el *Homo habilis* se observa no sólo un aumento



Fig. 4-6. Los restos humanos fósiles de Chucutién han sido reconstruidos para darnos idea de la forma del *Homo erectus* en esta época. El cráneo reconstruido tiene crestas superciliares y mandíbulas pesadas, y un cerebro de aproximadamente 1.100 cm^3. Mide unos 10 cm de diámetro. *(British Museum, Natural History.)*

general en el tamaño corporal, sino casi la duplicación de la capacidad craneal media en un tiempo relativamente corto, desde el punto de vista evolutivo. Muchas autoridades en evolución humana están convencidas de que este crecimiento rápido del cerebro es el resultado de presiones selectivas creadas, ante todo, por un tipo de vida social. Un aumento de la eficiencia en la caza, un aumento en la capacidad para percibir y procesar información con los indicios del lenguaje, y una creciente pericia tecnológica son componentes que operaron en un sistema recurrente positivo cuyo resultado final fue la transformación del delicado *Australopithecus*, de cerebro reducido, en *Homo habilis* y eventualmente en *Homo erectus*, una especie con muchas características humanas en evolución.

En cambio, el aparato masticador (los dientes, mandíbulas y la musculatura asociada) era todavía de constitución pesada, por lo que sugiere que su dieta, como la del *Australopithecus* y *Homo habilis*, precisaba de mucha masticación. Exceptuando estas diferencias, las gentes de Chucutién eran casi modernas en su anatomía, y corrían y andaban con destreza. Sus adaptaciones para cazar, carroñear y recolectar también implicaban, sin duda, un comportamiento flexible y complejo que pudiera estar asociado a los inicios del lenguaje.

Una revisión de los restos faunísticos de Chucutién es de considerable importancia en nuestra interpretación de las adaptaciones del comportamiento humano al ambiente del bosque. Por desgracia, no tenemos registros muy precisos de la fauna asociada a los restos humanos, pero poseemos información suficiente para permitirnos realizar algunas deducciones útiles.

En primer lugar, sólo un pequeño número de animales, además del *Homo erectus*, tenía probabilidades de ocupar la cueva de modo natural y de morir allí. Se trata de los dos carnívoros gigantes, el oso pardo y la hiena caricorta, que podían haber arrastrado a sus presas al interior de la misma (fig. 4-7). Casi todos los restos de herbívoros, y la mayoría de los demás carnívoros que se han encontrado en los depósitos, fueron aportados por los hombres.

Los excavadores de Chucutién distinguieron tres zonas culturales principales; no se trata de suelos vivos, sino de fases del yacimiento que eran ricas en utensilios líticos, huesos y cenizas. Estas

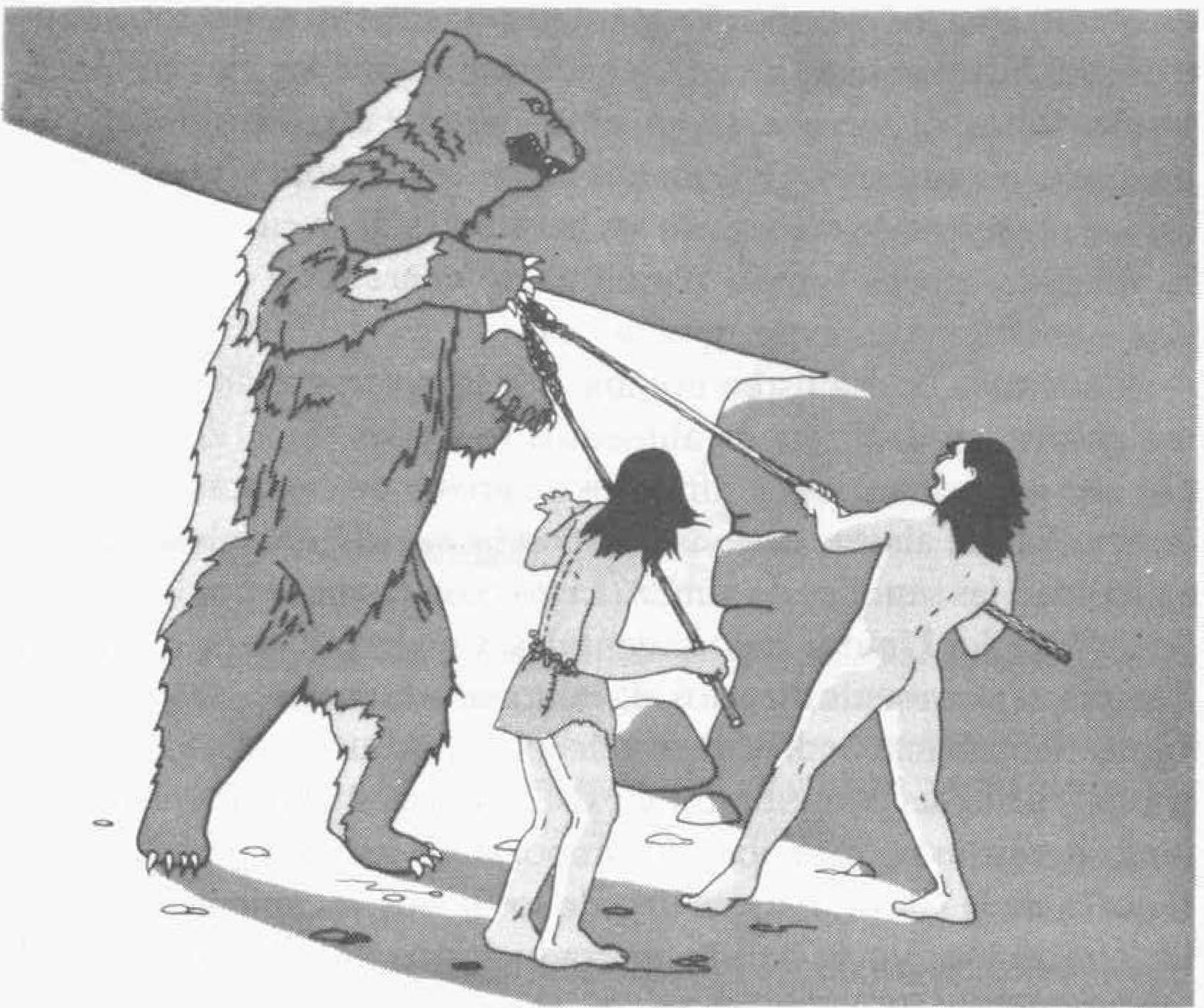


Fig. 4-7. Es probable que los osos compitieran con el hombre por cobijarse en las cuevas durante un período de cientos de miles de años. Mucho después, sus cráneos fueron considerados objetos sagrados por los neandertales, quizá debido al enorme tamaño de los osos y al peligro que representaban. Sin embargo, es probable que pudieran ser muertos con gran facilidad si se les encontraba mientras estaban hibernando en las profundidades de las cuevas.

zonas representan el período de ocupación humana más intensa; entre las zonas encontramos restos de oso pardo, que bien pudieran haber ocupado la cueva e hibernado en ella cuando no estaba habitada por los seres humanos.

Puesto que la mayoría de restos faunísticos procede de las zonas cultivadas, podemos considerar que la fauna, en su conjunto, representa los recursos alimenticios animales de estos moradores de las cavernas. Entre los herbívoros, los más corrientes son el ciervo común, otras tres especies de ciervos, carneros, cebras, jabalíes, búfalo y rinoceronte. También se encuentran rastros de macacos, bisonte y elefante. Lo que sorprende de esta fauna muy

diversa es que los ciervos representan cerca del 70% del total. Entre los carnívoros identificados encontramos que los más comunes son los lobos, el zorro, el tejón, el leopardo y otros varios félidos. La evidencia sugiere que al menos algunos de estos carnívoros pudieran ser restos de comida de los habitantes de la cueva: el número total de especies en la región es de cuarenta y cinco, y esto representa una despensa muy diversa.

Chucutién es asimismo notable por la preservación, en las zonas cultivadas, de restos de alimentos vegetales. En la zona media hay una capa de varios centímetros de grosor de cáscaras extraídas de semillas de almez. [redacted] En la actualidad las semillas de almez *(Celtis)* son comidas por los indios de los Estados Unidos sudoccidentales, y no hay duda de que estos depósitos representan restos de alimento humano. El polen de Chucutién corresponde a varios árboles y arbustos que producen frutos y semillas comestibles, y existen pocas dudas de que éstos, junto a verduras, formaban un importante recurso para los moradores de la cueva. Éste es uno de los pocos yacimientos prehistóricos de los que se han recuperado restos de alimento vegetal preservados.

Se han encontrado más de 100.000 utensilios de piedra en las tres zonas culturales, y en su conjunto son de una gama variada de tipos: además de piedras y lascas hay tajadores, raspadores en diversos grados de elaboración, y utensilios puntiagudos (fig. 4-8). En su mayor parte son de cuarzo, pero ocasionalmente de caliza o pedernal. Existe un ligero avance en la preparación de los materiales básicos en las zonas superiores, pero no es sorprendente si se considera el intervalo de tiempo que puede estar representado aquí. Existen raspaduras e incisiones en muchos de los huesos que se encuentran en los depósitos, que indican el uso de lascas y raspadores, y huesos largos aplastados para obtener la médula atestiguan el uso de piedras más pesadas. Se ha dicho que algunos de los fragmentos óseos largos se utilizaron como utensilios, lo que parece probable a partir de lo que sabemos de la tecnología primitiva en otros lugares. También se utilizaron astas como utensilios: como martillos y para excavar.

Una de las características más fascinantes de los depósitos de la cueva de Chucutién es la extensa escombrera de carbón de leña,

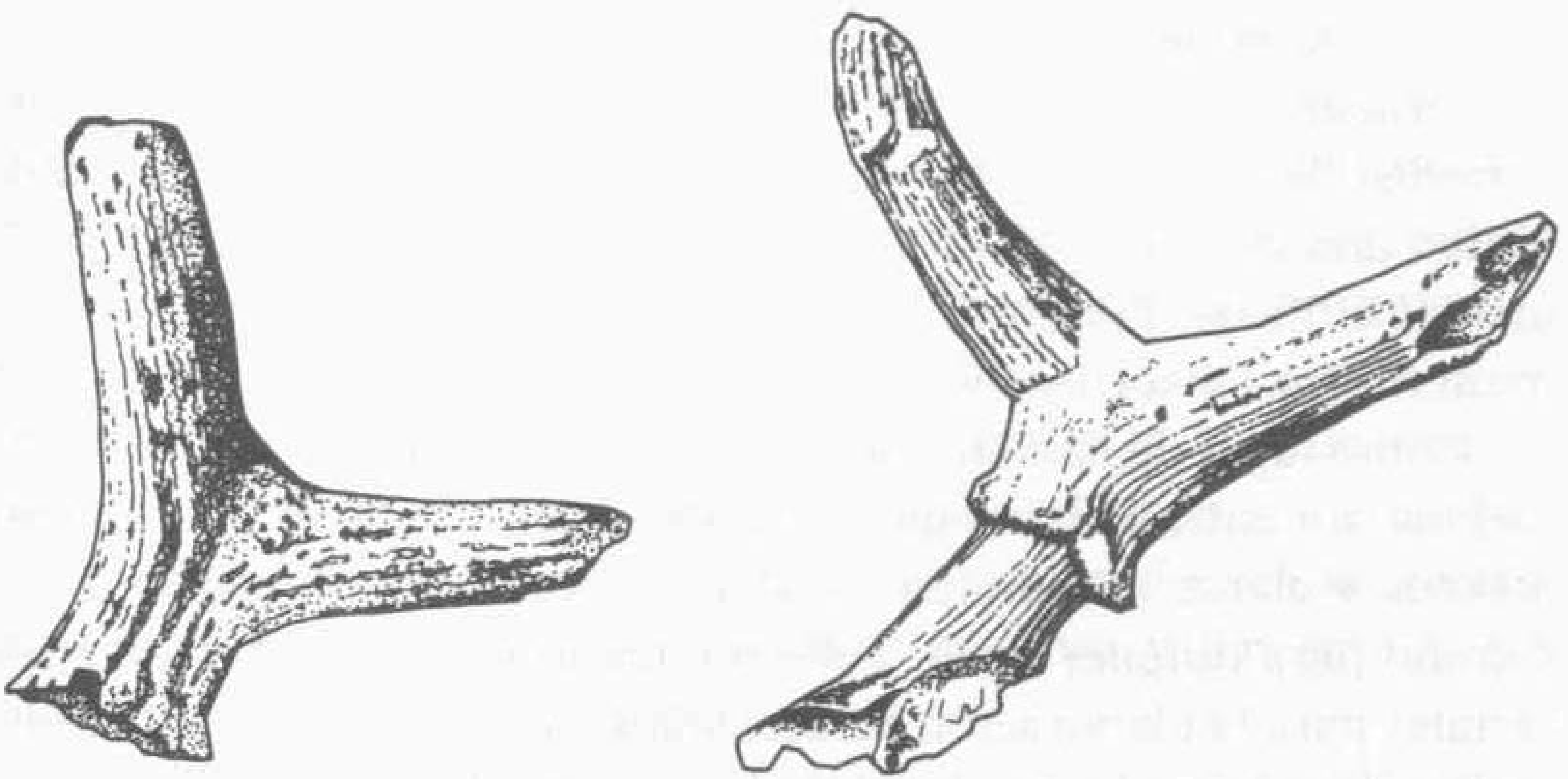


Fig. 4-8. Utensilios de asta con las puntas gastadas, así como útiles simples de piedra, se encontraron en abundancia en Chucutién. Probablemente se utilizaron como picos y útiles para excavar. Los animales de caza suministraban por aquella época no sólo alimento, sino utensilios esenciales y materiales con los que manufacturar agujas, correas, vestidos y otras muchas cosas.

ceniza, madera y hueso quemados. Estos depósitos de cenizas tienen hasta siete metros de profundidad en algunos lugares, y sugieren que en las cuevas pudo haberse mantenido continuamente fuego encendido. La presencia de huesos quemados implica probablemente que la carne se condimentaba; y las hogueras no habrían servido sólo para cocinar y caldear, sino también como protección frente a los depredadores, como el tigre de dientes de sable.

IMPLICACIONES DE COMPORTAMIENTO

A partir de estos indicios podemos recomponer algo de la vida del *Homo erectus* en los bosques templados. En primer lugar, es evidente que estos hombres vivían al menos durante parte del año en las cuevas, y que empleando madera como combustible confiaban sin límites en el fuego para caldearse y protegerse. Aunque deducimos que vivían en gran parte de fruta, setas y otros alimentos vegetales, poseemos pruebas empíricas de que consumían grandes cantidades de nueces y eran probablemente hábiles ca-

zadores. Aunque el carroñeo y la caza del ciervo fueran los métodos principales de obtener carne, consumían asimismo una gran variedad de otras especies, y entre ellas varios carnívoros. No sólo tenían una dieta muy diversa, por tanto, sino que explotaban tres niveles tróficos. Podemos deducir por esto que sus recursos alimentarios eran seguros y abundantes.

Como lugar de habitación, esta cueva en particular estuvo bien elegida. La entrada tenía una vista sobre el valle fluvial, sobre los árboles y claros por donde pasaban los animales de caza en su camino para obtener agua. Tenían a mano gran variedad de materiales para la elaboración de utensilios: además de piedra contaban con madera y hueso. Los tajadores, raspadores y agudas lascas de piedra se utilizaban sin duda para trabajar la madera y el hueso, así como para cortar carne. También debieron fabricar otros productos animales: piel, útiles de hueso, y quizá correas de cuero y cordones a partir de ligamentos, tendones e intestinos.

Podemos hacer algunas extrapolaciones sobre la vida social de estas gentes. Sabemos que por esta época los seres humanos habían desarrollado un cerebro no mucho más pequeño que el que poseemos hoy en día. De ahí se sigue que los infantes tenían una cabeza mucho mayor que anteriormente, por lo que nacían menos desarrollados para permitir el parto normal de la madre. Este cambio evolutivo aumentó la importancia del cuidado materno en los primeros años: los niños habrían necesitado una constante atención de sus madres durante al menos tres años, si no más. Por lo que podemos suponer que las madres con hijos menores no podrían alejarse mucho, permaneciendo en la zona próxima a la cueva, vigilando a sus hijos, preparando comida y atendiendo al fuego. Los niños mayores, y las mujeres sin descendencia, habrían sido los principales responsables de la recolección de alimentos vegetales, y del acarreo de agua del río en odres de pieles.

Mientras que marcas de dientes en un cráneo humano sugieren actividad de carnívoros, otros cráneos presentan marcas de cortes junto con depresiones locales que se han interpretado como evidencia de golpes a la cabeza. Esta evidencia sugiere que posiblemente en esta población pudo haberse practicado el canibalismo.

Los datos procedentes de Chucutién sugieren una pauta vital centrada en un hogar base. Incluso si la cueva no se hallaba ocupa-

da durante todo el año, el mantenimiento de la hoguera y la preparación de herramientas y pieles habría tenido lugar en sus alrededores y en su entrada. La importancia del fuego tuvo que ser decisiva, y si los hombres de Chucutién sólo habían aprendido a conservarlo y no a encenderlo (obtenido en la naturaleza), su mantenimiento se habría convertido en un problema de gran importancia social. La posibilidad de cocinar la comida habría aumentado la eficacia de recursos al descubrir más elementos alimentarios: vegetales indigestos en estado crudo. En tal clima, el caldeamiento habría sido esencial en invierno, y el mismo fuego podía utilizarse para endurecer lanzas.

La complejidad de la vida social y de la tecnología de estos seres humanos sugiere que la evolución del lenguaje posiblemente se hallaba muy avanzada. La separación del clan en grupos de machos y hembras, el plan de la estrategia de caza y la posibilidad de discutir el resultado, así como el establecer y mantener relaciones con agrupaciones vecinas, probablemente habría necesitado del lenguaje. La palabra debió aumentar, seguramente, el potencial de capturas de los cazadores.

De nuestro conocimiento de los cazadores-recolectores modernos sabemos que la agrupación es por término medio de veinticinco personas. Aunque esta cifra está sujeta a considerable variación, dependiendo de la especie de caza, del ambiente y del nivel tecnológico de los cazadores, ofrece alguna indicación de lo que podemos esperar. La cueva era muy grande, y pudo haber contenido mucha más gente que la indicada, pero es improbable que una numérica agrupación hubiera existido o estuviese instalada en un único habitáculo. La evidencia procedente de otros yacimientos sugiere, de nuevo, una densidad media de veinticinco individuos.

A partir de los indicios anatómicos sabemos que el 40% de los individuos morían antes de alcanzar los catorce años, es decir, previamente a la edad reproductora. Esto sugiere que la mujer media paría al menos cuatro hijos, pues ello permitiría que dos sobrevivieran y se mantuviera una población estable. Por lo que sabemos actualmente de la fertilidad, todo indica un mayor número de nacimientos, y que la mortalidad infantil hubiera sido mayor de lo que sugieren los restos mortales conocidos.

Los habitantes de Chucutién eran, sin lugar a dudas, cazadores más eficaces que sus predecesores. El clima en China central, más riguroso que el de la sabana africana, requería el uso de pieles y cueros como vestimenta, así como el empleo controlado del fuego, para mantener el calor corporal. Los mamíferos herbívoros han aprendido a sobrevivir los inviernos templados mediante un aumento de la actividad alimentaria, o bien almacenando alimento, o aun hibernando. Los hombres sobrevivieron en cavernas manteniendo un fuego permanente, junto a una actividad venatoria regular. (Eventualmente, aprendieron a almacenar nueces y otros alimentos que tardaban en deteriorarse.) Sin embargo, fue el control del fuego y el mantenimiento de la temperatura corporal mediante el uso de vestidos lo que permitió a estos hombres primitivos colonizar las frías latitudes septentrionales de Asia y Europa.

LOS IROQUESES

Debido a su adecuación al desarrollo agrícola, no quedan ya cazadores y recolectores que ocupen todavía el bioma templado del bosque caducifolio. Para describir a esas gentes es preciso utilizar datos históricos proporcionados por los exploradores y colonos de Europa occidental. A efectos comparativos con los habitantes de Chucutién he seleccionado a los aborígenes del estado de Nueva York, los iroqueses, porque aunque practicaban la agricultura para aumentar sus recursos alimentarios vegetales, dependían todavía mucho de la recolección de alimentos silvestres y de la caza. Las cinco tribus[1] que se conocen colectivamente como iroqueses ocupaban la mayor parte de lo que hoy en día es el estado de Nueva York (fig. 4-9), una región rica en recursos, tanto por cantidad como por variedad. Varios ríos importantes cruzan el campo ondulado que, incluso en la actualidad, está tachonado de bosques y mucho más forestado en épocas anteriores al contacto entre europeos y aborígenes. La parte septentrional del territorio

1. Las cinco principales familias de los iroqueses son los cayugas, cheroquíes, sénecas, hurones y conestatagotas. Juntas suman 62.000 individuos. *(N. del T.)*

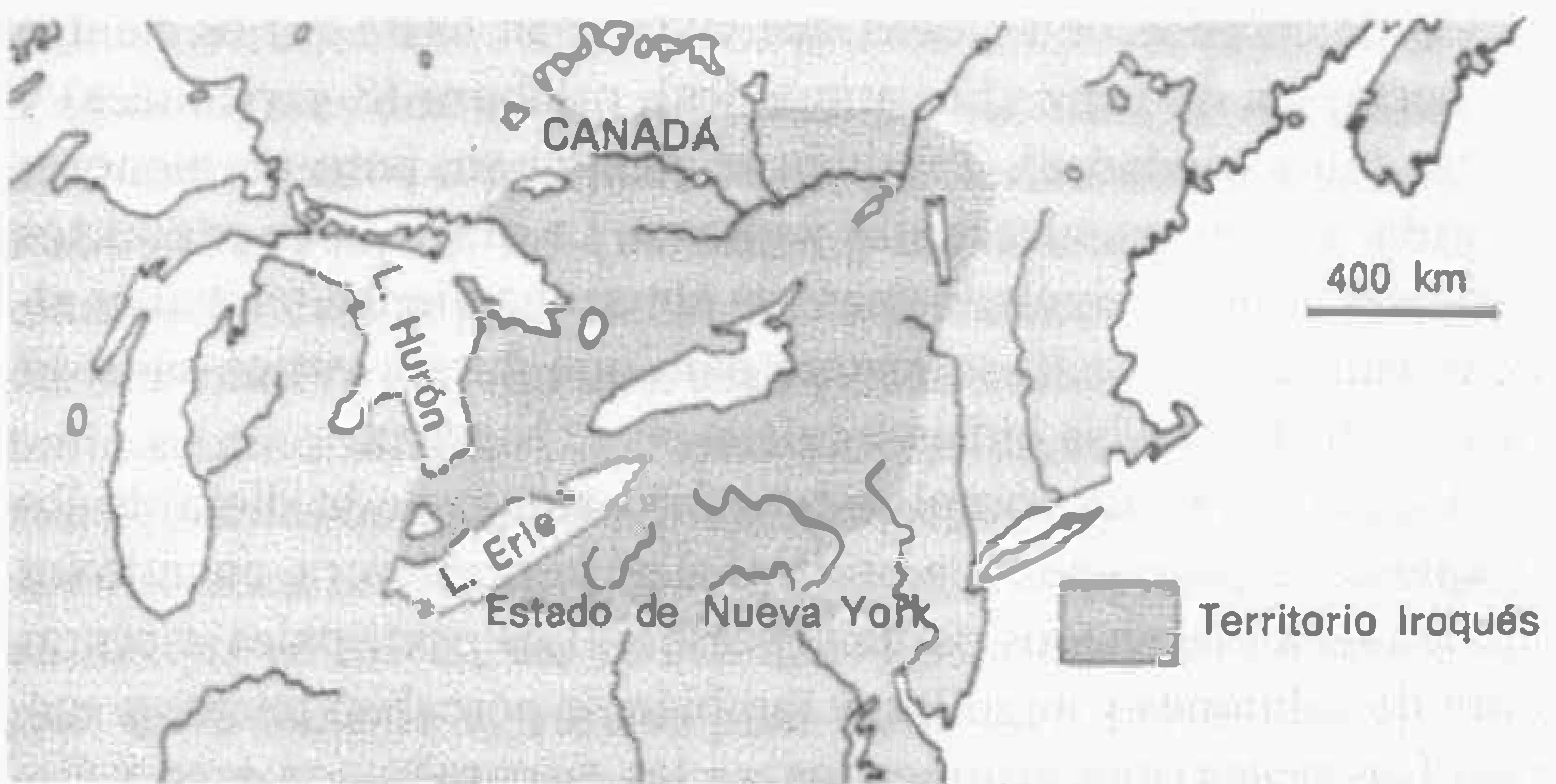


Fig. 4-9. Los iroqueses ocupaban una gran superficie de lo que en la actualidad es el estado de Nueva York y Quebec, una región rica en bosques caducifolios, lagos y ríos.

iroqués estaba constituida por bosque de coníferas, pero el resto era principalmente caduco. Los árboles más importantes existentes, roble, castaño, arce, nogal americano, olmo y abedul; los bosques de esta región, entremezclados con claros herbáceos y pantanos, y con numerosos arroyos y lagos. El clima es templado, con una temporada de germinación de 120 días al año libres de heladas, con veranos cálidos, lo que la hace adecuada para la agricultura del maíz. Las tierras aptas para el cultivo, ricas en agua y fértiles, especialmente en los amplios valles de los ríos principales.

Un bioma de este tipo, con índices de diversidad muy elevados, ofrecía a los iroqueses un impresionante número de alternativas. Aunque en el primer momento la agricultura proporcionaba lo básico de la subsistencia, se utilizaban, asimismo, recursos locales: raíces, alimentos derivados de tallos y cortezas, unas veinte variedades de bayas y más de ocho tipos de nueces. Ciervos, osos y alces eran los animales de caza más importantes, aunque también se consideraban buenos manjares especies más pequeñas: castores, mapaches, conejos y ardillas. Las aves, y en particular las migradoras, se cazaban en primavera y otoño, especialmente patos, gansos y palomas viajeras.

Entre los iroqueses, la agricultura consistía en el verdadero la-

boreo de campos, con aldeas que cultivaban hasta varios cientos de hectáreas de maíz (17 variedades), calabaza (8 variedades) y judías (10 variedades). También se plantaban, pero en menores cantidades, tabaco, alcachofas y girasol. La mayoría de productos agrícolas eran manipulados para su almacenamiento, y algunas aldeas acumulaban maíz suficiente para que durara varios años. El maíz se tostaba y las judías y calabazas se secaban.

La pesca era un complemento importante de la dieta de los iroqueses, especialmente a principios de la primavera, cuando los alimentos almacenados podían escasear. Las principales capturas eran de salmones y anguilas, y también se pescaban percas y carpas. Los peces eran arponeados, se les disparaba con arco y flechas, o capturados en trampas. A pesar de la riqueza natural del ambiente, los primeros exploradores mencionaban frecuentemente épocas de carestía, en las que los suministros de alimento escaseaban.

El recurso limitado entre los iroqueses parece haber sido la caza, en especial ciervos, osos y alces. Estos animales proporcionaban no sólo la carne de la dieta, sino la materia prima para la vestimenta, el hueso para los utensilios, tendones, etc. Aunque las judías eran una fuente de proteínas limitada, los alimentos animales proporcionaban muchas más, así como pieles para mantener el calor. Volveremos más adelante a la importancia de la caza, y examinaremos el efecto de este factor limitante en la organización social de los iroqueses.

Durante la época de germinación (de mayo a septiembre), los iroqueses vivían en aldeas cuyo tamaño oscilaba desde villorrios de 4-5 pabellones comunales, hasta pueblos grandes de más de 100 pabellones. Las aldeas se situaban, por lo general, en lo alto de colinas, cerca del agua y de las tierras de cultivo. Incluso antes del contacto con los europeos, se construían, con frecuencia, rodeadas de empalizadas y de baluartes de tierra. Los pabellones estaban constituidos por compartimientos destinados a familias agrupadas, situados a ambos lados de un largo corredor; en éste se encendían fuegos, que eran compartidos por todos. Cada habitáculo contaba con una tarima para dormir y zonas de almacén de alimento. Estas aldeas de casas comunales estaban habitadas durante las estaciones de siembra y recolección, pero a finales de

otoño los iroqueses se dividían en grupos familiares para ir a cazar.

Los lugares destinados a las aldeas y sus campos circundantes eran desbrozados corporativamente por los hombres, que descortezaban los árboles, los quemaban o los dejaban pudrir, y luego extraían las raíces, y se utilizaban los calveros naturales. La tierra desbrozada era un bien comunal, y cada individuo podía cultivar tanta como quisiera. A comienzos de primavera las mujeres comenzaban las operaciones de siembra, cavando con azadones hechos de asta, madera o hueso, y formando pequeños montículos en los que se colocaban las semillas. Los campos se labraban varias veces durante el verano para extraer las malas hierbas. En otoño, cuando el maíz estaba maduro, se recolectaban las mazorcas y se dejaban los tallos en pie. Los campos permanecían de este modo hasta la primavera siguiente, y se utilizaban repetidamente los mismos hasta que el suelo se agotaba. Durante la primavera y el verano se cazaba poco, si se exceptúa el trampeo. Sin embargo, la pesca era la principal actividad primaveral, y la realizaban tanto hombre como mujeres. Los pescados se secaban y se almacenaban para su uso futuro. Las mujeres y los niños iroqueses recolectaban extensamente durante el verano y principios de otoño frutas silvestres y nueces.

Después de la cosecha, los aldeanos se dividían en grupos familiares y cazaban desde octubre hasta enero. Estos pequeños grupos viajaban a distancias considerables y vivían desde finales de otoño y principios de invierno en refugios temporales situados cerca de las regiones de caza. Por lo general, la del ciervo la realizaban únicamente los hombres, pero las mujeres iroquesas los acompañaban a los cazaderos para cocinar, preparar la caza y llevarla a la aldea. Los ciervos se abatían cuando se agrupaban en otoño para comer nueces. Pasado enero, se cazaba al oso durante su período de hibernación. A mediados de invierno los pequeños grupos regresaban a las aldeas con carne y pieles. El tiempo que transcurría entre el final de la caza y el comienzo de la siembra primaveral se empleaba para manufacturar los productos hechos de cuero, hueso, asta y tendones.

A mediados de marzo se registraba generalmente otro éxodo de las aldeas. Si había carestía de alimento, típica en esta época del año, la supervivencia dependía de la posesión de buenas reservas

de comida almacenada. Se formaban expediciones para ir a pescar salmón, que remontaba los ríos para frezar, y para recolectar huevos de aves. También se sangraba a los arces de azúcar a principios de primavera, y la savia se transformaba en jarabe y azúcar. En mayo los grupos pescadores y azucareros volvían a las aldeas y se preparaban para la siembra.

Los iroqueses tenían una tecnología bien desarrollada ajustada a las necesidades de su economía. La madera era muy abundante y se utilizaba para una gran variedad de objetos (desde tinas y cuencos hasta sus casas comunales). Muchos utensilios para trabajar la madera requerían material más duro, y se utilizaba hueso y asta para confeccionar cuchillos, agujas, punzones, etc. Se desconocía la metalurgia, y la piedra se utilizaba sólo para utensilios perforadores, como puntas de flecha y hachas. Se fabricaban vasijas de alfarería de barro atizonado y cocido, y se tejían cestos con vainas de maíz y de juncos. Los cueros proporcionaban buena parte del material para el vestir. La manufactura de estos artículos se dividía entre hombres y mujeres: los hombres construían los utensilios para la caza y la pesca, mientras que las mujeres fabricaban las herramientas ligeras empleadas en agricultura, así como los artículos caseros.

Philip Wagner ha sentado una distinción útil a la hora de analizar la tecnología humana: la de *utensilios* y *medios*. Se definen los primeros como aquellos útiles o herramientas que mejoran o amplifican directamente el esfuerzo humano; ejemplos de utensilios son las lanzas, palancas, martillos, etc. Un medio, en cambio, restringe o impide los intercambios de movimiento o de energía sin intervención humana, y cualesquiera artículos que retengan calor (vestidos, casas, vasijas) pueden calificarse de medios. Encañizadas para peces, trampas, presas, sistemas de regadío, se clasificarían también bajo esta rúbrica. Si examinamos la historia de la tecnología humana y la dispersión de la humanidad desde los trópicos hacia las latitudes septentrionales, vemos la dependencia de una tecnología con un número creciente de medios.

Cuando examinamos grupos como los iroqueses, es evidente que su tecnología de medios era bastante compleja pues usaban vasijas de cerámica, vestidos, casas, encañizadas, silos de almacenamiento, etc. También se utilizaban máquinas simples; éstas incluían arco y flechas, canoa y canaleta, y cerbatana.

RESUMEN

Como esta breve descripción de la tecnología de los iroqueses y de su ciclo anual indica, el hábitat ocupado por las cinco tribus les ofrecía gran número de alternativas. Los elevados índices de diversidad, tanto en las plantas como en los animales, funcionaban como una especie de póliza de seguros, en el sentido de que la carestía de un alimento básico podía compensarse, generalmente, mediante un recurso alternativo similar en el entorno. La excepción más destacada parecen haber sido los principales herbívoros empleados por los iroqueses: el ciervo y el alce. Estos animales eran esenciales no sólo como alimento, sino por las pieles y otras materias primas que proporcionaban para la manufactura de utensilios y vestidos. Al tiempo que las poblaciones de las cinco tribus aumentaban, también lo hacía la competencia por la caza disponible. Los animales cazados regularmente desarrollan un instinto de timidez frente a los seres humanos y se hacen más difíciles de capturar. Debe resaltarse que los principales animales cazados eran todos *locales;* significa que cualquier abuso o escasez de espacio vital para dichos animales habría tenido efectos inmediatos sobre los grupos humanos que dependían de ellos. Es indudable que el hábitat de ciervos, alces y osos se vio afectado adversamente por la práctica de desbroce de tierra de los iroqueses, así como por su costumbre de utilizarla hasta que ésta se agotaba. En ausencia de animales domésticos y dado que los salvajes competían, en cierto sentido, con los iroqueses por el espacio, pueden comprenderse las causas de la rivalidad intergrupal, por la que se hicieron famosos.

Algunos antropólogos aducen que el militarismo y la competitividad de los iroqueses y la consiguiente formación de la Liga de los Iroqueses fue un fenómeno posterior al contacto con los europeos. Sin embargo, varios lugares datados con anterioridad al contacto son aldeas con empalizadas; las enemistades y luchas encarnizadas y las incursiones parecen tener una cierta antigüedad. La evidencia sugiere que la competencia era probablemente por el factor limitante que hemos comentado: los animales de caza. Pro-

bablemente ésta ha sido el caso a lo largo de buena parte de la evolución humana, y así ocurrió posiblemente en la adaptación del *Homo erectus* a estas zonas templadas.

Los iroqueses vivían en un hábitat rico y diversificado y explotaban los recursos de diferentes niveles tróficos. Contaban con una tecnología bien desarrollada, y eran agricultores en el sentido estricto de la palabra. Campos enormes sistemáticamente desbrozados, sembrados, cuidados y cosechados, y una efectiva tecnología de almacenamiento les permitía calcular el período a lo largo del cual podía disfrutarse de una cosecha. La literatura sobre antropología y arqueología suele tratar a la agricultura como si su práctica confiriera propiedades mágicas a sus gentes, a las que virtualmente garantizaba un rápido crecimiento poblacional, vida sedentaria en la aldea, la aparición de clases sociales y el nacimiento de la civilización. El ejemplo de los iroqueses demuestra que, no importa lo artificiosas que sean las técnicas agrícolas, cualquier población humana sigue estando limitada por el eslabón más débil de su cadena trófica; la gama de recursos y un excedente de grano almacenable no aseguran por sí solos una vida fácil.

Por el contrario, cabe colegir que la introducción de la agricultura entre los iroqueses les permitió que su población aumentara sustancialmente hasta el punto en que la caza se convirtió en un bien escaso. Y, como veremos en el capítulo IX, la agricultura inició, asimismo, la acumulación de propiedad, y la inevitable desproporción de bienes que lleva por resultado.

Finalmente, es fascinante reconocer que todos los indicios arqueológicos apuntan al hecho de que la clave de la expansión de las poblaciones humanas hacia las zonas templadas fue su capacidad de domeñar y controlar el fuego (fig. 4-10). Éste fue uno de los saltos más sobresalientes en la conquista de la naturaleza que realizó la humanidad, pues no sólo abrió enormes áreas a la explotación, sino que eventualmente iba a hacer posible el empleo de la cerámica y de los metales, a través de los procesos del cocido y de la fundición. Estos logros iban a dar a su inventor el dominio del planeta Tierra, y la posibilidad de explorar los límites más alejados del sistema solar.

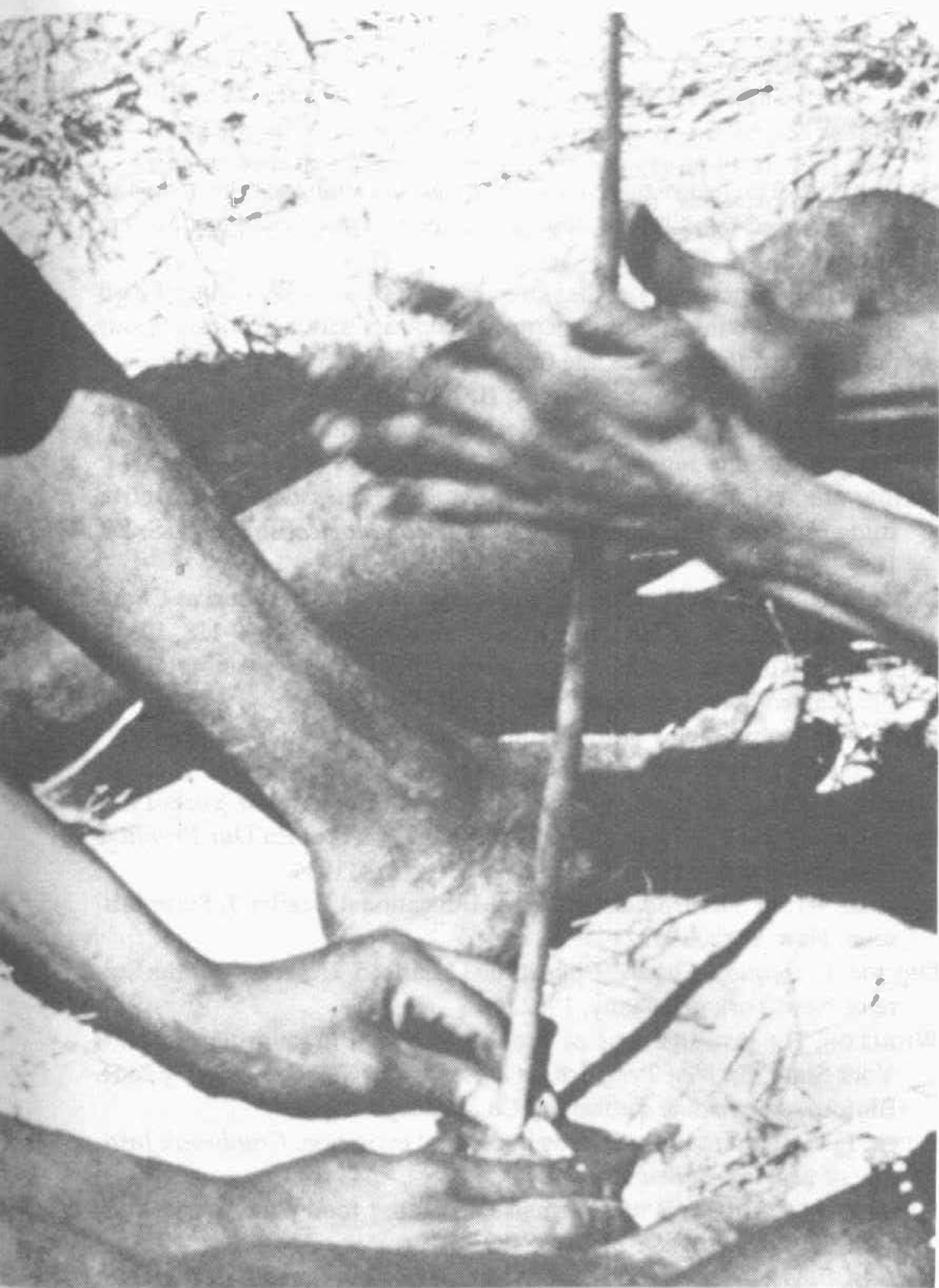


Fig. 4-10. El taladro es uno de los medios preindustriales más utilizados para hacer fuego en las sociedades tribales, y es probable que la técnica tenga una considerable antigüedad. Se encuentra en muchos grupos supervivientes de cazadores-recolectores en todo el mundo. Aquí es utilizado por bosquimanos san (véase el capítulo VII). *(Irven de Vore, Antro-Photo.)*

Bibliografía

CHARDIN, P. TEILHARD DE y C. C. YOUNG: Preliminary report on the Choukoutien fossiliferous deposit. *Bulletin of the Geological Society of China* 6: 173-202, 1929.

BLACK, D., P. TEILHARD DE CHARDIN, C. C. YOUNG y W. C. PEI: Fossil man in China: the Choukoutien cave deposits with a synopsis of our present knowledge of the late Cenozoic in China. *Memoirs of the Geological Survey of China*, Series A, II: 1-166, 1933.

HSU, J.: The climatic conditions in North China during the time of Sinanthropus. *Scientia sinica* 15: 410-414, 1966.

WEIDENREICH, F.: The skull of *Sinanthropus pekinensis:* a comparative study on a primitive hominid skull. *Palaeontological sinica*, N. S. D., 10:1-484, 1943.

CHANEY, R. W.: The occurence of endocarps of Celtis Barbouri at Choukoutien. *Bulletin of the Geological Society of China* 14:99-118, 1935.

BREUIL, H.: The bone and antler industry at Choukoutien Sinanthropus site. *Palaeontologica sinica,* N. S. D., 6:7-41, 1939.

JIA LANPO: On problems of the Beijing Man site: a critique of new interpretations. *Current Anthropology,* 30: 200-205, 1989.

MORGAN, L. H.: *League of the Iroquois,* Corinth Books, New York, 1962.

MURDOCK, G. P.: The Iroquois of Northern New York. En *Our Primitive Contemporaries,* Macmillan & Co., New York, 1934.

RITCHIE, W. A.: *The Iroquoian Tribes.* Educational Leaflet 7, State Museun, New York, 1953.

DRUMM, J.: *Iroquois Culture,* Educational Leaflet 5, University of the State of New York at Albany, 1962.

WHALLON, R.: Investigations of prehistoric social organization in New York State. En *New Perspectives in Archeology,* S. R. Binford y L. R. Binford, eds. Aldine Publishing Co., Chicago, 1968.

SPECK, F. G.: The Iroquois: a study in cultural evolution. *Cranbrook Institute of Science, Bulletin* 23, 1945.

PARKER, A. C.: Iroquois uses of maize and other food plants. *New York State Museum Bulletin* 144, No. 482, 1910.

WAUGH, F. W.: Iroquois foods and food preparation. Canada Department of Mines. *Geological Survey, Memoir* 86, 1916.

SITES, S. H.: Economics of the Iroquois. *Bryn Mawr College Monographs,* Volume, 1, No. 3, 1905.

WAGNER, P.: *The Human Use of the Earth,* The Free Press, New York, 1960.

QUAIN, B. H.: The Iroquois. En *Cooperation and Competition among Primitive Peoples*, M. Mead, ed., McGraw-Hill, New York, 1937.
SNYDERMAN, G. S.: Behind the tree of peace: a sociological analysis of Iroquois warfare. *Pennsylvania Archaeologist* 18 (3-4), 1948.
HUNT, G. T.: *The Wars of the Iroquois: a study in intertribal trade relationships*. University of Wisconsin Press, Madison, 1960.

V. LAS PRADERAS Y EL BOSQUE DE CONÍFERAS SEPTENTRIONALES

LOS BIOMAS

Las praderas templadas cubren extensas regiones en todo el hemisferio norte; se encuentran donde la pluviosidad es insufi-

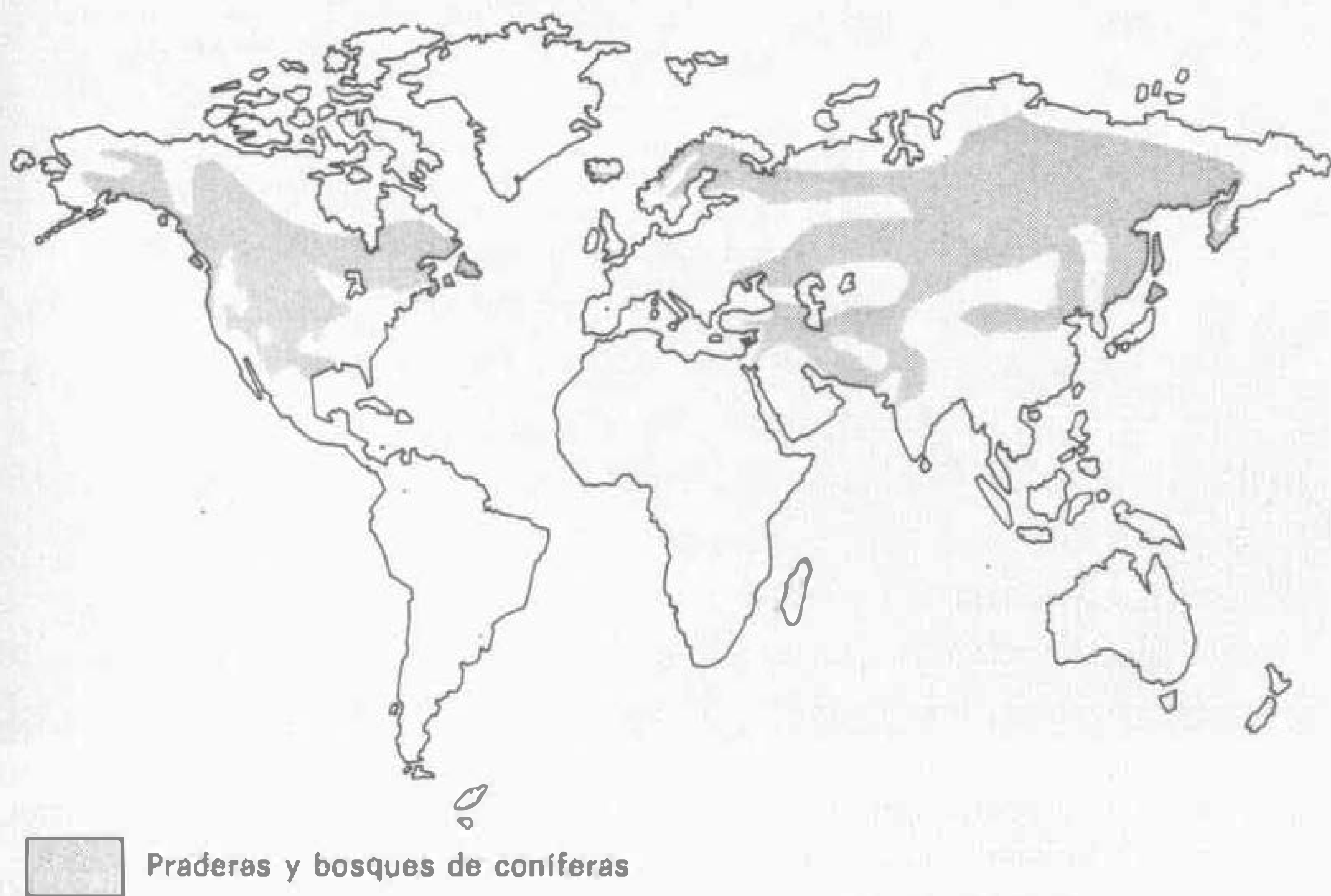


Fig. 5-1. Las praderas septentrionales son muy extensas y fueron muy importantes en los últimos estadios de la evolución humana, cuando la agricultura se estaba desarrollando, puesto que constituyen las mejores tierras para el cultivo de cereales. Hacia el norte están limitadas por el bosque de coníferas septentrional, mucho menos productivo, que ha desempeñado sólo un papel secundario en la evolución de la humanidad y de la cultura humana.

ciente para sostener el bosque, y ocurre por lo general en la región de los 250-750 mm, según la temperatura y la distribución estacional (fig. 5-1). Las mismas especies herbáceas varían según la pauta de lluvias y la temperatura, y la flora incluye asimismo otras hierbas además de las gramíneas, como varias compuestas y leguminosas, que contienen importantes nutrientes para los animales que pastan, característicos del bioma (fig. 5-2). Éstos son, típicamente, los caballos salvajes y el antílope saiga en Eurasia y el bisonte y el



Fig. 5-2. Las praderas templadas y los bosques de coníferas cubrían extensas regiones del hemisferio norte. Las praderas presentaban herbívoros apacentadores en inmenso número: búfalos en Norteamérica y bóvidos salvajes en Eurasia, y desde entonces se han convertido fácilmente en cultivos cerealeros, como es el caso de las fincas del Medio Oeste estadounidense. Las regiones forestadas con sus coníferas de hojas aciculiformes producen sombra densa que retrae el crecimiento de gramíneas y matorrales, pero generan semillas que son buscadas por animales, tales como las ardillas, jilgueros americanos y piquituertos. *(Natural History Photographic Agency.)*

antílope americano o berrendo en Norteamérica. Como veremos, durante el Pleistoceno había un abanico más amplio de especies. Al igual que los habitantes mucho más numerosos de la sabana, estos animales forman rebaños y realizan regularmente largas migraciones que les permiten evitar el sobrepastoreo y la escasez estacional de hierba. También son importantes los roedores excavadores, como ardillas de tierra, perrillos de las pradera, tuzas y topos. Las praderas más húmedas se han labrado recientemente de forma extensiva como tierras agrícolas para el cultivo de cereales (es decir, especies alternativas de gramíneas), y las regiones más secas son empleadas para la ganadería bovina (en los Estados Unidos) u ovina (en Eurasia meridional). El sobrepastoreo de las praderas áridas ha afectado a todo el bioma, y en algunos lugares lo ha reducido prácticamente casi a un desierto (véase el capítulo VIII).

Como veremos, las praderas templadas desempeñaron un importantísimo papel en las últimas fases de la evolución humana, pero el bioma vecino, el bosque de coníferas septentrional, ha tenido una importancia mucho menor. Dicho bosque es característico de grandes regiones de Eurasia y de Norteamérica septentrionales, y se singulariza por la presencia de extensos bosques de pinos, abetos y falsos abetos (fig. 5-2). Estas grandes coníferas mantienen el suelo en sombra, y la vegetación del estrato inferior tiende a ser pobre, con pocos arbustos y hierbas. Las hojas aciculiformes y perennes son de lenta descomposición, y todo, combinado con el sotobosque empobrecido, conduce a la formación de suelos que son considerablemente más pobres en humus que los de las praderas o bosques templados. Las camadas de animales pequeños, como las ardillas, pueden sobrevivir gracias a las semillas de las coníferas, pero los animales mayores que aprovechan el bosque norteño dependen también de los ambientes vecinos; lo mismo vale para los grandes herbívoros, como el alce, y también para los seres humanos.

La diversidad en el bosque de coníferas septentrional es reducida y, como suele ocurrir en tales situaciones, existen marcadas oscilaciones en el número de plantas y de animales. Los propios árboles son, con frecuencia víctimas de súbitos incrementos de plagas de parásitos, mientras que otros animales de esta región

también sufren fluctuaciones cíclicas (fig. 5-3). En general, la diversidad proporciona protección frente a este tipo de oscilación, de manera que la estabilidad de los ecosistemas del bosque templado está más uniformemente regulada que la del bosque septentrional, donde con frecuencia existen sólo dos o tres especies de árboles. La fauna está compuesta por especies tales como ciervos, alces, lobos, liebre de patas blancas, ardillas y lagópodos (fig. 5-4).

El bosque de coníferas septentrional se halla con frecuencia salpicado de zonas de pantanos o pequeños lagos que permiten el desarrollo de una serie de insectos que infesta tanto a los hombres como a los grandes herbívoros que viven en la región. Tanto en el Viejo como en el Nuevo mundo, este bioma está limitado frecuentemente al sur por la pradera templada y al norte por la tundra. En este capítulo examinaremos tres adaptaciones humanas a las praderas y a los bosques de coníferas septentrionales: una corresponde a una población prehistórica de cazadores y recolectores del

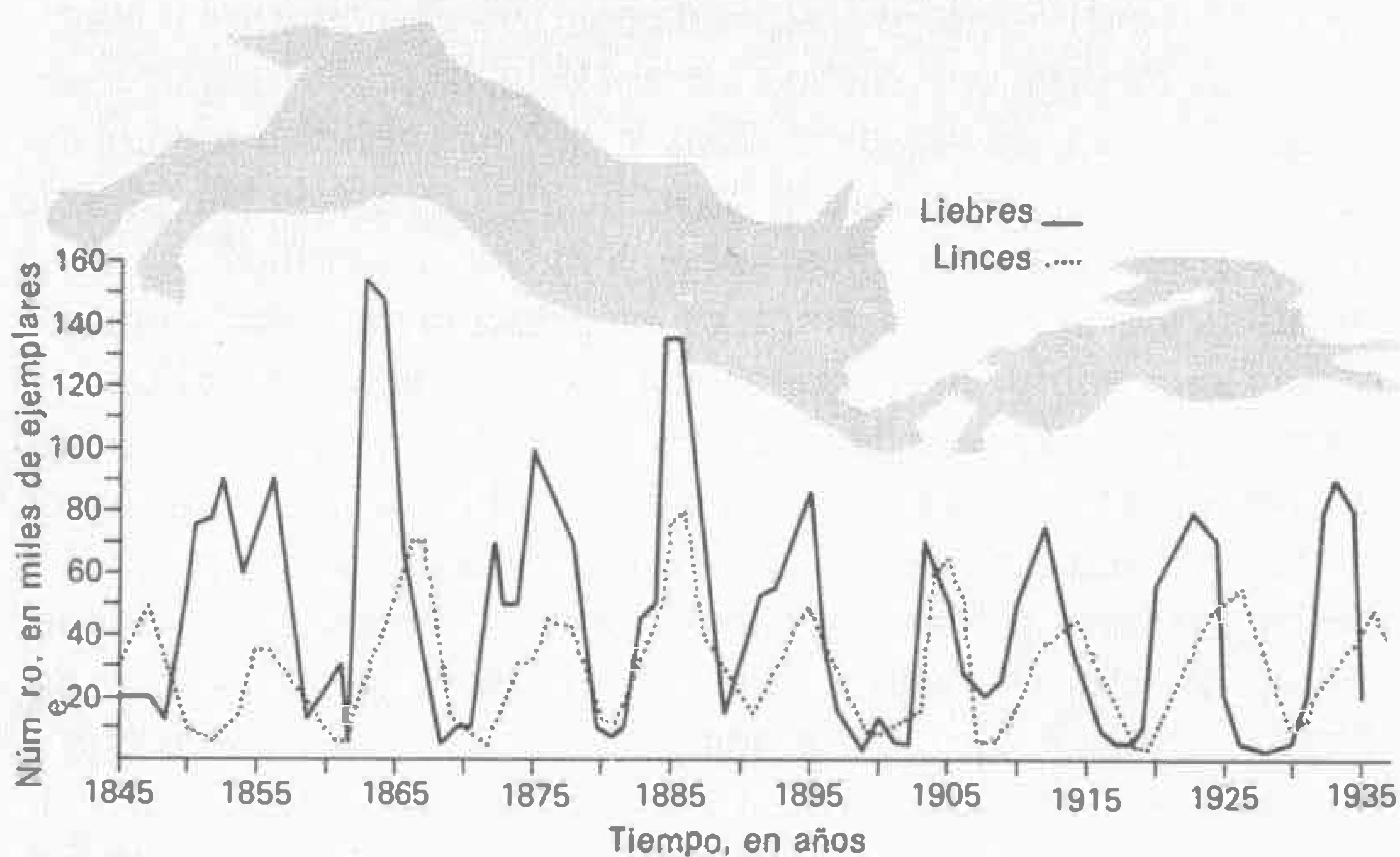


Fig. 5-3. Los ecosistemas de baja diversidad son menos estables que los que la tienen alta, y sus poblaciones de especies animales tienden a oscilar. Este gráfico registra las variaciones en la abundancia de la liebre de las nieves y del lince, su depredador, en la región de la bahía de Hudson, en Canadá. Cada 9-10 años la población se reduce a un nivel muy bajo. Este fenómeno representaría una tensión enorme para cualquier población humana depredadora que no tuviera una dieta muy diversa.



Fig. 5-4. El bisonte, el alce (arriba) y la cervicabra son grandes mamíferos típicos de estos biomas en Norteamérica, y en Eurasia, los caballos salvajes y el antílope saiga. *(Natural History Photographic Agency.)*

primer período glaciar en España; una segunda corresponde al sur de Francia, y la tercera es la de un grupo de tribus de la ex Unión Soviética, pastores de renos y que dependen, asimismo, de otro bioma adyacente, la tundra, perfectamente estudiados desde el criterio etnográfico. Este último bioma lo consideraremos con mayor detalle en el próximo capítulo.

TORRALBA Y AMBRONA

Los yacimientos arqueológicos de Torralba y Ambrona se hallan situados a medio camino entre las actuales ciudades de Madrid y Zaragoza, en la meseta central española (fig. 5-5). El río Ambrona ha separado un valle en la meseta, y ambos yacimientos se encuentran en dicho lugar, Torralba a tres kilómetros río abajo de Ambrona. Ambos contienen restos de asentamientos pleistocénicos que datan del período glacial Mindel, hace unos 400.000 años. Los homínidos a quienes corresponden estos restos arqueológicos eran probablemente *Homo erectus* distribuidos por gran parte de Europa, Asia y África durante tal período. No obstante, no se han encontrado esqueletos de homínidos en estos lugares.

Durante la ocupación prehistórica de Torralba y Ambrona el clima era considerablemente más frío y húmedo que en la actualidad. El árbol más común, según se ha determinado por el análisis de polen fósil, era el pino albar, con escasas presencias de abedul, aliso y sauce. Las juncias aumentaron a expensas de la gramíneas durante las épocas más frías, lo que sugiere un bosque de coníferas septentrional salpicado de pantanos o prados alpinos. La tempera-



Fig. 5-5. Las costas septentrionales del Mediterráneo y las zonas meridionales de España permanecieron habitables, aunque frías, durante los períodos cumbres de las edades del hielo del Pleistoceno, mientras que Europa septentrional se vio sometida a condiciones árticas extremas. Hasta hace menos de 100.000 años los seres humanos no fueron capaces de sobrevivir en el Ártico.

tura media anual era aproximadamente 5-6 °C inferior a la de hoy en día.

Ni Torralba ni Ambrona, al parecer, se emplearon como lugar de residencia durante largo tiempo; la distribución de piedra y hueso, aunque desplazados, escoriados y movidos por el agua, sugiere más bien actividad de despiece por parte de seres humanos sobre una amplia gama de especies; se encuentran marcas de corte realizadas por utensilios líticos. Los animales de caza representados son una forma extinguida de elefante *(Elephas antiquus)*, caballos, ciervo común, bóvidos salvajes y rinoceronte estepario. En su mayoría estas formas no habitaban en el bosque, y debieron ocupar el mismo valle y/o los prados alpinos situados entre los pinos. El número de animales indica un uso repetido de estas localidades por los seres humanos primitivos. Los pantanos y ciénagas intermitentes habrían constituido lugares excelentes para atrapar a elefantes, que no habrían podido huir rápidamente.

En Torralba, las excavaciones realizadas por F. Clark Howell descubrieron unos 300 metros cuadrados y proporcionaron los restos de unos 30 elefantes, 25 caballos, 10 toros salvajes, unos 6 rinocerontes y 25 ciervos. Las pruebas sugieren claramente que al menos un elefante lo mataron en una ciénaga y fue destazado en el mismo lugar. En una determinada zona existen restos de elefante constituidos por el costado izquierdo del animal, todavía situado en su lugar, pero extraído del cuerpo la mayor parte del lado derecho. Estos huesos están junto a cuatro lascas líticas retocadas. El cráneo, la pelvis y algunas de las vértebras fueron separadas y apartadas. No lejos de estos restos óseos había otros, compuestos por el húmero derecho, algunas vértebras, costillas, clavícula y axila del mismo animal. Esta zona aportó restos de carbón de leña y dos utensilios líticos pesados (hendedores), así como algunas lascas. Howell interpreta la gran acumulación que representa el costado izquierdo del animal como una zona de matanza previa, y el segundo grupo como una zona de destace y posiblemente de elaboración de la carne.

En Ambrona hay dos niveles de ocupación, y del que trataremos es el inferior, aproximadamente contemporáneo de los límites arqueológicos de Torralba. En este nivel inferior se han excavado más de 1.200 metros cuadrados. También aquí la especie

dominante es el elefante, y están representados de 30 a 35 ejemplares; entre ellos hay muchos animales jóvenes. El conjunto total de utensilios de esta localidad está constituido por lascas con bordes cortantes naturales y lascas retocadas deliberadamente. En conjunto, las lascas representan alrededor del 80% de los utensilios líticos, siendo el resto sobre todo de tipo pesado y los núcleos que son el subproducto de su manufactura. Este yacimiento ha proporcionado asimismo madera, moldes de madera, colmillos de elefante trabajados y modelados, y los restos de una lanza endurecida al fuego (fig. 5-6).

Aunque en Torralba y Ambrona no se han encontrado estructuras indiscutibles, existen grupos y partes de círculos de piedras que sugieren algún tipo de tienda o abrigo. Círculos de tamaño y forma similares suelen marcar los restos de tiendas o chozas de pueblos documentados etnográficamente. Se ha estimado que la

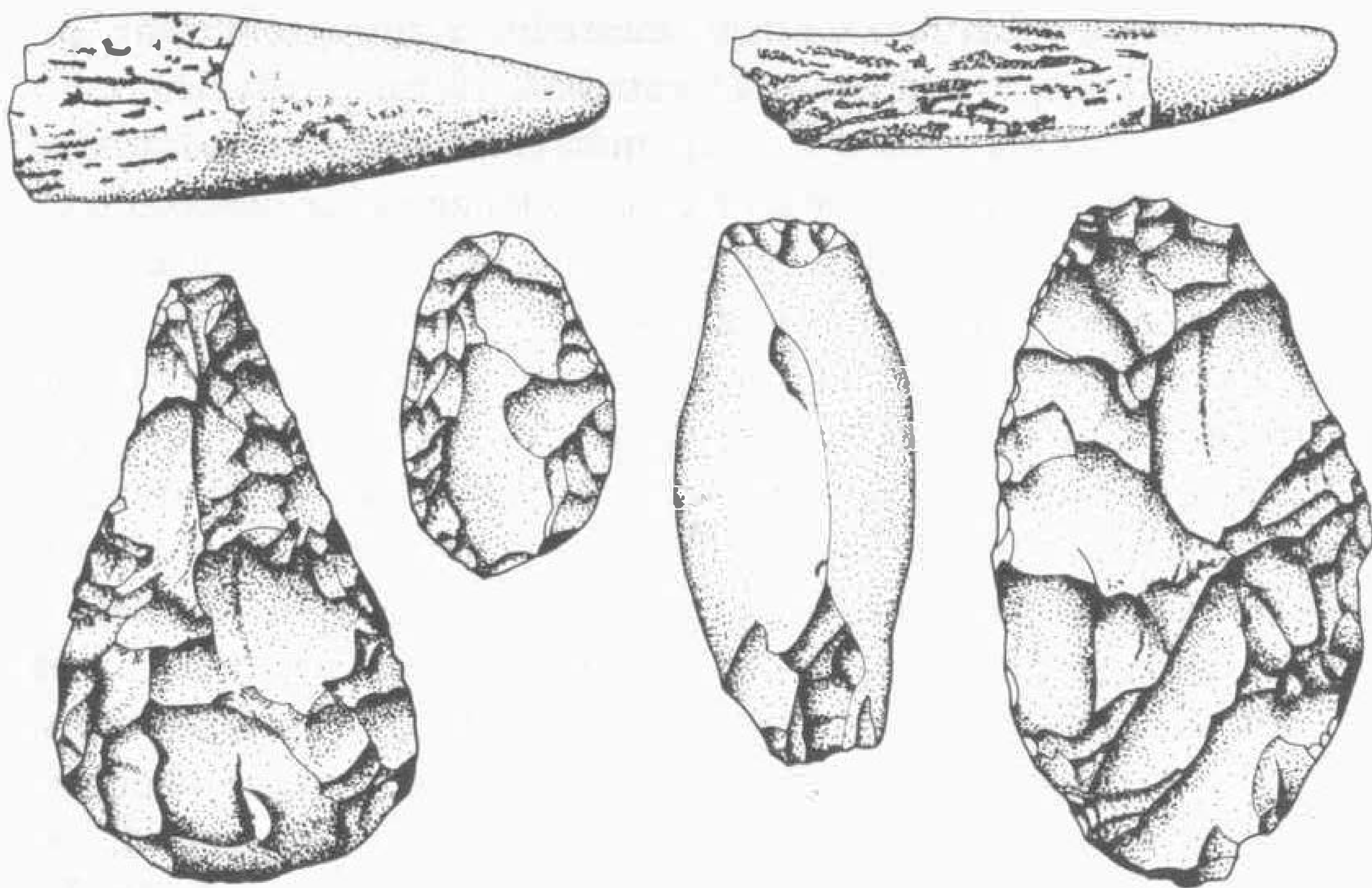


Fig. 5-6. Ambrona es importante por la riqueza de sus restos de fauna y por lo ilustrativos que éstos resultan acerca de las proezas de caza de los primeros hombres. El *Homo erectus* empleaba pertrechos fabricados de hueso, cuero y madera, y sus utensilios pétreos más característicos eran las hachas de mano. Arriba, dos útiles puntiagudos fabricados con colmillos de elefante; abajo, hachas de mano y raspadores de otros yacimientos europeos de este período.

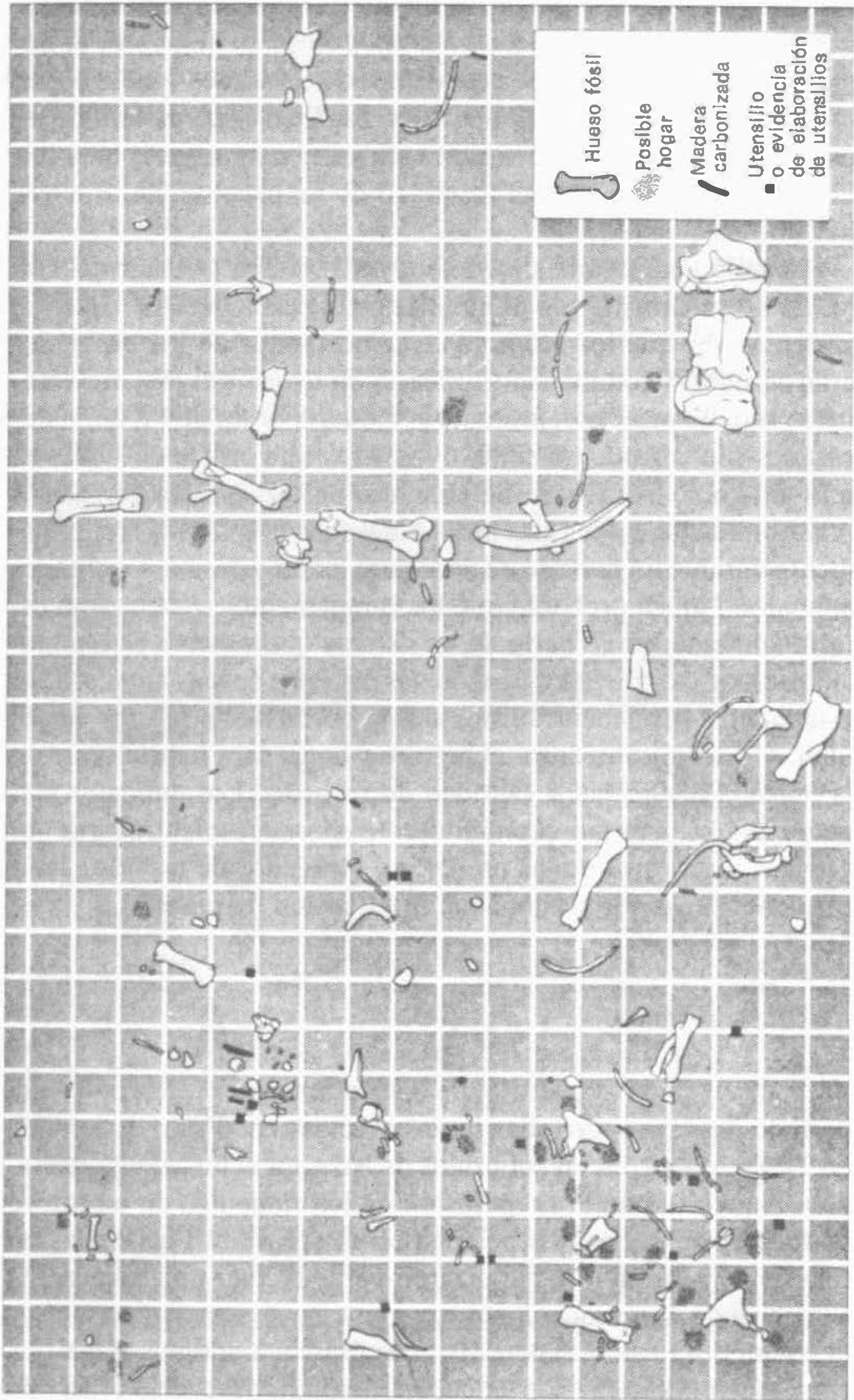
unidad social representada por los datos arqueológicos en estos yacimientos agrupaba de nuevo a unos 25 seres humanos, el número medio para los grupos conocidos de cazadores-recolectores.

En este yacimiento hay pequeñas cantidades de carbón de leña, pero no en la concentración suficiente para sugerir hogares. Posiblemente podría ser el resultado de un incendio natural. No hay huesos quemados.

Cuando comparamos los restos de Torralba y Ambrona con los de los yacimientos de homínidos en el desfiladero de Olduvai, podemos ver que los *Homo erectus* ocupantes de los españoles eran cazadores notablemente eficaces en lo que a explotar elefantes se refiere, pues la densidad y la biomasa bruta de los animales cazados son considerablemente mayores que en los de Olduvai, más antiguos. El número de animales destazados en Torralba y Ambrona sugiere que estas localidades fueron utilizadas repetidamente durante un período de años para matar y destazar a grandes animales. Parece probable que los campamentos se ocuparan estacionalmente, como parte de un sistema que suponía la explotación de diversos recursos durante las distintas épocas anuales. Los yacimientos se encuentran situados al borde de un bosque de coníferas, y el ecotono entre el bosque y la pradera habría ofrecido la máxima diversidad y cantidad de recursos. Los animales más pequeños los habrían capturado en el bosque, mientras que los grandes herbívoros en las praderas y alrededor de las ciénagas y pequeños lagos que tachonaban la extensión de pinares.

TERRA AMATA

Una segunda conjetura de las adaptaciones durante este período nos la proporcionan las excavaciones de Henri de Lumley en Terra Amata, en los suburbios de Niza, en el litoral mediterráneo. Aquí, durante la preparación de los cimientos de un nuevo edificio de apartamentos, se advirtieron utensilios líticos y las tareas de construcción se paralizaron para efectuar una excavación concienzuda. Los arqueólogos cavaron a través de veintiún metros la colina de Terra Amata para descubrir una antigua playa que contenía veintiún niveles de superficie de tierra prehistórica con


Hueso fósil
Posible hogar
Madera carbonizada
Utensilio o evidencia de elaboración de utensilios

claras señales de ocupación humana, en tres localidades distintas pero contiguas.

Una de estas localidades era una barra de arena, sobre la que se construyeron cuatro chozas sucesivas; en la playa vecina seis, y sobre una duna arenosa un total de once chozas de manera continua (éstas eran de una fecha ligeramente posterior). El último lugar estaba al abrigo de un acantilado calizo con una fuente de agua dulce en las cercanías: era un sitio ideal para acampar. Aquí las chozas se revelaron en primer lugar por los agujeros de los postes, de unos veinticinco centímetros de diámetro, que sugerían que el techo estaba sostenido desde el interior. La forma de la choza resultaba clara a partir de las piedras de apuntalamiento dispuestas en un óvalo irregular y por las huellas de estacas y arbolillos, clavados muy juntos entre sí para formar las paredes (fig. 5-8). Las chozas oscilaban en tamaño desde los ocho a los quince metros de largo y de cuatro a seis metros de ancho. Estas dimensiones sugieren que eran ocupadas por un grupo de no más de quince personas. En el centro de la mayoría de ellas había un hogar: una zona compacta de arena recocida y descolorida, parcialmente rodeada de guijarros para proteger el fuego del viento del noroeste. Cerca del hogar se descubrió el taller de un constructor de herramientas, con una piedra plana como asiento; utensilios y fragmentos se encontraban dispersos a su alrededor. Había también unos pocos utensilios de hueso (que habían sido afilados hasta hacerlos puntiagudos) y varios fragmentos de ocre rojo, gastados hasta no quedar de ellos más que un trocito, lo que sugiere que los habitantes de la choza habían decorado algo, quizá su cuerpo.

El suelo de las chozas presentaba, asimismo, trazas de pieles de animales, sobre las que probablemente se había dormido, y que

◀ **Fig. 5-7.** En las excavaciones modernas, los utensilios, huesos y otras características de cada nivel son cartografiados sobre una retícula de 1 metro de lado. Este plano de parte del yacimiento de Ambrona muestra la extraña alineación de huesos de patas de elefante con un colmillo, y a un lado un cráneo aplastado del mismo animal. Las acumulaciones de cenizas y carbón de leña, que sugieren hogares, se hallan entre los huesos, en la esquina inferior izquierda. (Basado en datos de F. Clark Howell, dibujado de *Humankind Emerging*, Bemard Campbell [Ed.], Little, Brown and Co., Boston.)

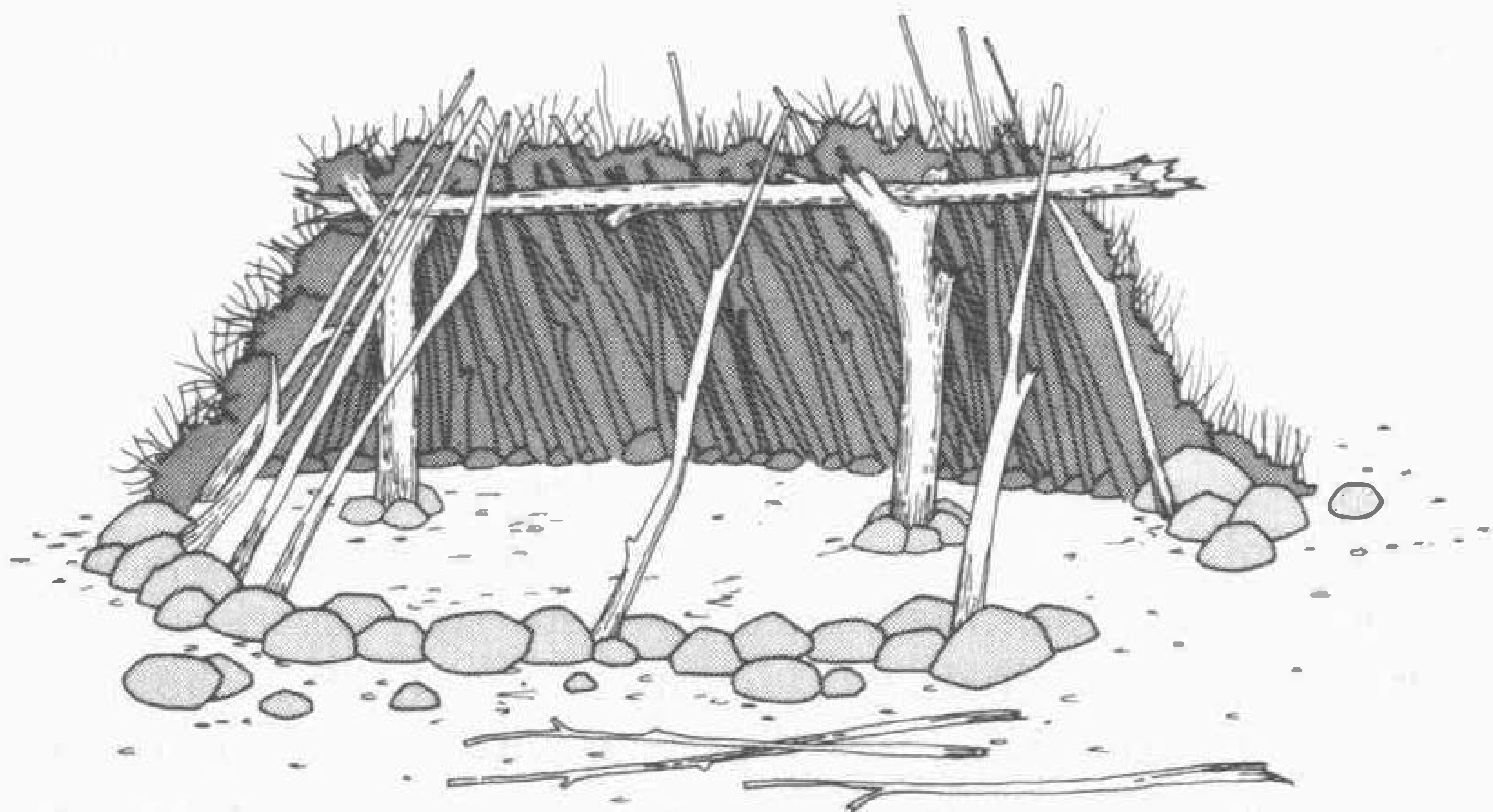


Fig. 5-8. La choza de Terra Amata estaba construida probablemente como se muestra en esta ilustración. No hay mucha diferencia entre el método de construcción que mostramos y el que se utiliza hoy en día (fig. 2-11). Los comienzos de tal construcción debieron haberse emprendido hace cerca de dos millones de años, si es que los restos de Olduvai (fig. 3-13) se han interpretado correctamente.

dejaron su huella sobre la tierra. También se encontraron fragmentos de hueso (restos de cocina) y, ocasionalmente, heces humanas. Los fragmentos óseos sugerían que la caza era abundante en lo que actualmente es el valle del río Paillon. Las especies cazadas y comidas incluían el ciervo común, elefante *(E. antiquus),* jabalí, cabra montés, rinoceronte de Merk, toro salvaje, conejo y roedores. También había restos de mariscos: ostras, lapas, mejillones, y algunas espinas de peces.

El análisis de las heces demostró la presencia de polen fósil de varias especies vegetales de primavera y de principios de verano, en especial retama. Parece que los cazadores visitaban el lugar en la primavera de años sucesivos, épocas en la que las flores silvestres esparcían su polen. El clima era evidentemente frío y húmedo, y los indicios estratigráficos sugieren que el yacimiento era aproximadamente contemporáneo del de los cazadores de Torralba y Ambrona.

En resumen, encontramos en Terra Amata unos indicios excelentes de campamentos estacionales, ocupados regularmente du-

rante la primavera por espacio de una semana más o menos, probablemente no más. Las gentes que construyeron estas chozas eran evidentemente carroñeros, cazadores y recolectores migradores, que efectuaban un recorrido anual por sus distintos terrenos de caza estacionales. Aprovechaban una amplia gama de recursos alimenticios: vegetales, marisco, peces y mamíferos. Su estilo de vida constituía claramente una estrategia eficacísima, que empleaba al máximo los recursos disponibles del valle abrigado, de las praderas costeras y de la costa marina que bordeaban los bosques de coníferas montanos de la costa norte del Mediterráneo.

LOS TUNGUSES

El pueblo al que aquí denominamos tungús es uno de los varios grupos de lengua tungúsica del noreste de Asia. Su subsistencia se basa en la caza y en el pastoreo de renos, un ejemplo de trashumancia (capítulo VIII), y explotan el bosque septentrional durante el invierno y la tundra en el verano. Ocupan la región de Siberia conocida como Transbaicalia, en especial la porción septentrional, por debajo del paralelo 55 (fig. 5-9). Los tunguses y sus rebaños de renos mantienen una relación que es mutuamente ventajosa: los renos proporcionan a los tunguses leche y sus subproductos, así como una forma segura de transporte, mientras que los tunguses ofrecen a los renos protección contra los lobos y los voraces enjambres de insectos que atacan a estos animales durante el breve verano.

Los inviernos son largos y rigurosos y durante los mismos los tunguses viven en pequeños grupos constituidos por unos cuantos núcleos familiares. Cada unidad familiar tiene su propia tienda de piel que es fácilmente transportable, y su movilidad tiende a ser alta con la finalidad de obtener el alimento suficiente para las manadas de renos. Los animales escarban en la nieve para consumir líquenes, y puesto que ellos mismos compactan la nieve con sus pezuñas, haciendo que los líquenes sean inasequibles después de una corta estancia, deben buscar constantemente nuevas zonas de forrajeo. Esta escasez de alimento adecuado para los rebaños y



Fig. 5-9. Los tunguses ocupan una gran parte de Siberia, al desplazarse, como lo hacen, entre los pastos de invierno y los de verano para sus rebaños de renos. La adaptación a la trashumancia pudo tener su origen hace más de 15.000 años, pero no se conocen todavía pruebas arqueológicas tan antiguas.

su movilidad resultante hace que la densidad de población permanezca baja, por término medio de una persona por cada 250 kilómetros cuadrados (0,004 personas por kilómetro cuadrado).

Los rebaños de renos no son normalmente fuente de carne para los tunguses, excepto como una seguridad ante situaciones de hambre. La caza y el trampeo la proporcionan para la dieta, así como pieles para cambiar por armas de fuego y tabaco. Se cobran osos, ciervos, alces y lobos, mientras que los animales más pequeños, con pieles económicamente importantes (ardillas, zorros y marta cibelina), son cazados con trampas. En este ambiente inhóspito, la extendida área de caza, que hace posible el transporte por los renos, da a los tunguses una ventaja, pues sin ella su supervivencia se vería gravemente amenazada. La extrema importancia que el reno tiene para los tunguses se refleja claramente en el trato afectuoso y solícito que estas gentes dan a los animales.

Cuando llega el verano los tunguses se trasladan a la tundra, donde los renos pueden comer las pocas hierbas que allí crecen, así como una dieta más amplia de líquenes, brotes de sauce y carrizos (fig. 5-10). Con la llegada del tiempo más cálido la tenue capa



Fig. 5-10. Los tunguses están adaptados física y culturalmente al frío seco de Siberia. Únicamente un pueblo con una tecnología avanzada y en estrecha relación con una especie de mamífero grande podría seguramente sobrevivir en un ambiente terrestre de tan escasa diversidad. *(Novosti Press Agency.)*

del suelo permanentemente helado se derrite, creando así enormes zonas de pantanos. Éstos representan excelentes lugares de cría para moscas y mosquitos, y los tunguses mantienen fuegos durante la mayor parte del día para que hombres y renos reciban alguna protección contra tales enjambres.

A pesar de los insectos y de otras penurias, la vida en verano es la tundra es más fácil que durante los inviernos en el bosque y

permite mayores grupos de hombres y de animales. Los poblados estivales no sólo aumentan de número, sino que tienden a ser más permanentes que los campamentos muy móviles de invierno; las cabañas se construyen de corteza de abedul y en su interior se mantienen hogueras para repeler a los insectos. Los campamentos de verano están compuestos generalmente por aquellas familias que constituyen un clan. Normalmente dos clanes practican el intercambio recíproco de hijas para el matrimonio, y esos convenios suelen hacerse durante el verano.

Las leyes tungusas que regulan la división del trabajo y la propiedad tienden a ser muy flexibles. Los hombres se ausentan con frecuencia para partidas de caza que duran largos períodos, pero a su vuelta suelen ofrecer su ayuda en tareas que formalmente pueden considerarse propias de las mujeres. La escasez de recursos alimentarios es tal que la propiedad exclusiva de los animales de caza o de los renos produciría en muchos casos, sin duda, penurias extremas. Por lo general las familias siguen una ruta regular en su ronda estacional de actividades, y el transporte se facilita por su costumbre de dejar comida, vestimenta y utensilios de caza en almacenes, para un uso futuro. Sin embargo, cualquier pariente tiene acceso a estos bienes si los necesita. Este tipo de reciprocidad es muy flexible en situaciones de abundancia y escasez cíclicas. El tamaño de los rebaños también está sujeto a fluctuaciones, y cada verano hay una redistribución de animales de modo que puedan ser compartidos equitativamente. Tanto los rebaños como el territorio de caza pertenecen al clan en su conjunto, aunque determinadas familias puedan ejercer la administración de algunos recursos.

Es muy improbable que los tunguses pudieran adaptarse con éxito a la severidad de la vida en el bosque septentrional y a la tundra sin el margen adicional de seguridad de subsistencia que les proporcionan sus rebaños de renos. Debe destacarse que estos rebaños están constituidos por animales completamente domésticos, no por bestias simplemente amasadas. Significa que forman una población reproductora controlada por los seres humanos, y éstos pueden seleccionar aquellas calidades de mansedumbre y docilidad que hacen posible la relación simbiótica entre hombre y reno. Pieles para vestidos, leche para grasa y proteína, en un país

en el que la caza es insegura, y transporte por terrenos difíciles, todo ello se hace posible por el aprovechamiento de la energía animal mediante la adaptación distintiva que conocemos como domesticación (véase el capítulo VIII).

RESUMEN

Debido a su baja diversidad, combinada con amplias fluctuaciones en los recursos naturales que ello implica, el bosque de coníferas septentrional es una hábitat peligroso para los seres humanos. La vida tecnológicamente simple, que vemos en los restos de Torralba y Ambrona, significa que en esta coyuntura los hombres dependían aún mucho, para conseguir alimento, de la explotación directa de los grandes herbívoros que vivían fuera del bosque. Sólo con un nuevo tipo de relación entre el hombre y el animal, que permitía una mayor movilidad, pueden los cazadores-recolectores sobrevivir en el bosque boreal y en la tundra adyacente.

La distinción que se hizo en el capítulo IV entre utensilios y medios puede aplicarse a un análisis tanto de los tunguses como de los habitantes de Torralba y Ambrona. Ciertamente, sin pieles que sirvieran de vestidos, los hombres no hubieran sobrevivido a los rigores de los climas glaciales de Europa durante el Pleistoceno, y su adaptación con éxito a los ambientes subárticos se basa en el desarrollo de artículos de vestir, vasijas y estructuras que limiten eficazmente la disipación del calor, que es una forma de energía. Los indicios directos de la existencia de medios en Torralba y Ambrona se limita a la disposición de piedras que sugieren algún tipo de tienda u otra estructura. Pero poseemos pruebas directas de estructuras de aproximadamente este nivel temporal en Terra Amata y en otros yacimientos en Francia.

La rica tecnología de los tunguses, junto con el hecho de que emplean animales domésticos, hace que su adaptación al bosque nórdico sea bastante segura. En los dos períodos que se examinan en este capítulo, el bioma del bosque septentrional pudo haber soportado sólo poblaciones muy dispersas, aunque los tunguses, con su tecnología más elaborada y sus renos, son seguramente capaces de sostener grupos más densos con menos fluctuación po-

blacional de lo que fueron las gentes del Pleistoceno medio. Sin embargo, parece posible que hubiera más animales en las praderas durante el Pleistoceno que en la actualidad, y las adaptaciones de las gentes de Torralba y Ambrona bien pudieron haberles proporcionado buenas recompensas en forma de carne de mamíferos durante todo el año.

Bibliografía

HOWELL, F. C.: *Early Man.* Life Nature Series, TIME Inc., New York, 1965.

HOWELL, F. C.: Recent advances in human evolutionary studies. *Quarterly Review of Biology* 42:471-513, 1967.

SHIPMAN, P. y ROSE, J.: Evidence of Butchery and Hominid Activities at Torralba and Ambrona; an evaluation using microscopic techniques. *J. Archaeological Science.* 10: 465-474, 1983.

DE LUMLEY, HENRI: A palaeolithic camp at Nice. *Sci. Amer.*, 220, No. 5, 1969.

SERVICE, E.: *Profiles in Ethnology,* Harper & Row, New York, 1963.

HYATT, G.: Notes on reindeer nomadism. *Memoir of the American Anthropological Association,* vol. 6, No. 2, 1919.

MIROV, N. T.: Notes on the domestication of the reindeer. *American Anthropologist* 47, 1945.

VI. LA TUNDRA

EL BIOMA

Las regiones árticas que se encuentran entre el límite septentrional de los árboles y el límite meridional del hielo perpetuo reciben el nombre de tundra (fig. 6-1). El bioma de la tundra es

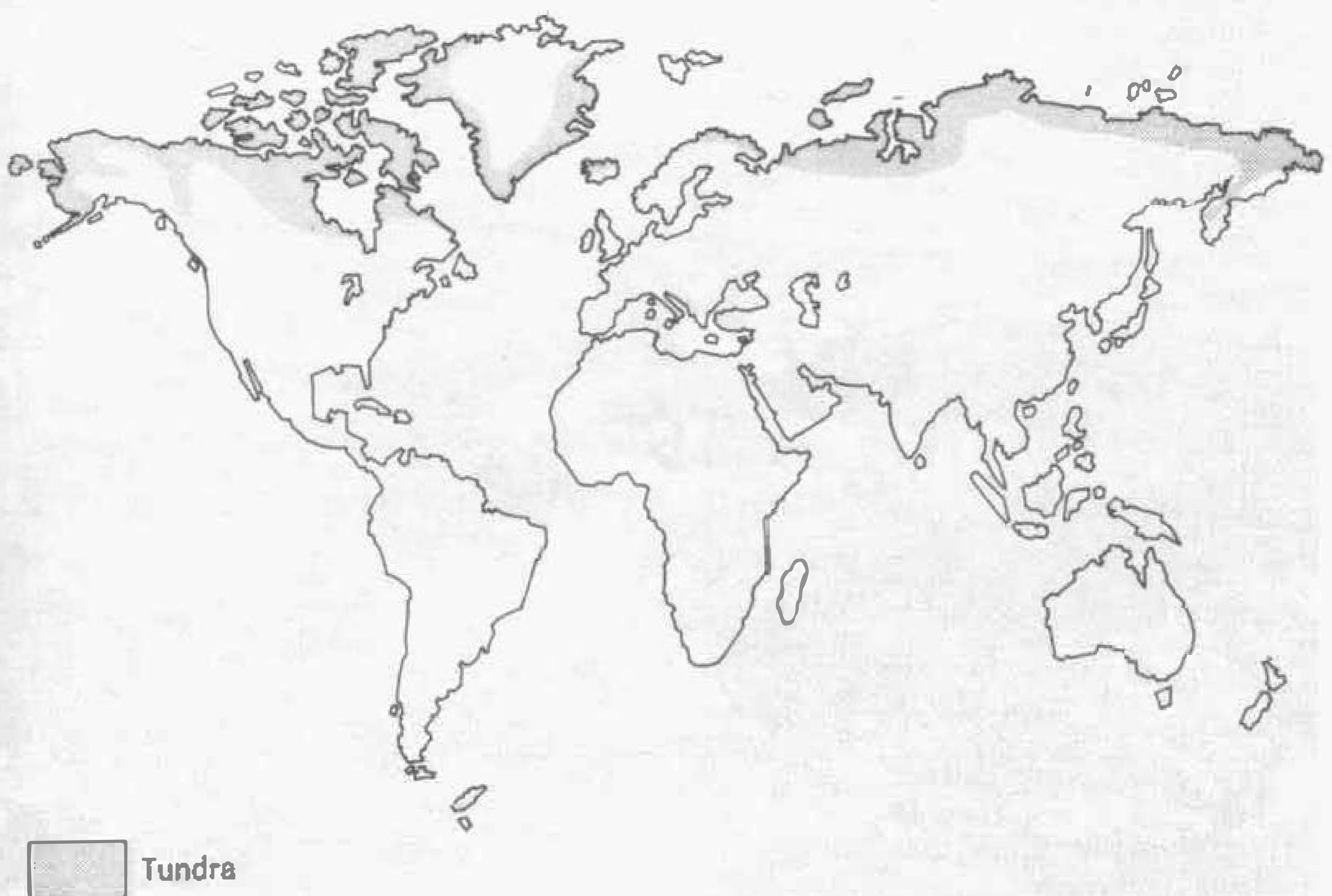


Fig. 6-1. La tundra rodea el Polo Norte y cubre una enorme extensión de tierra. Las temperaturas son muy bajas y la estación de desarrollo no dura más de 60 días. El suelo se halla permanentemente helado *(permafrost)*, excepto unos cuantos centímetros en la superficie durante el verano. La vegetación está compuesta de líquenes, gramíneas, juncias y matorrales enanos. Las cadenas tróficas de la tundra ártica se comentaron en el capítulo I; este bioma de baja diversidad es muy inestable.

pradera ártica húmeda, y se caracteriza por temperaturas extremadamente bajas y veranos muy breves. Estos factores, combinados, producen el fenómeno conocido como *permafrost:* zonas profundas de suelo permanentemente helado, del que sólo unos centímetros superiores se deshielan durante el corto verano. La estación de germinación para los vegetales está limitada normalmente a unos sesenta días. Las plantas de la tundra son de pequeño tamaño, y entre las especies características se cuentan líquenes (*Cladonia;* un liquen es en realidad la simbiosis entre un alga y un hongo), sauces enanos, juncias y hierbas. Debido a las bajas temperaturas dominantes, la descomposición es un proceso muy lento, por lo que se da poca formación de suelo (fig. 6-2).



Fig. 6-2. Este paisaje yermo es típico de la tundra. El extraño modelado de la superficie se debe a la presencia subterránea de grandes cuñas poligonales de hielo que forman el *permafrost.* La vida vegetal está constituida principalmente por líquenes. *(A. Christiansen, Frank Lane Agency.)*

A pesar del grave factor limitante de las bajas temperaturas durante la mayor parte del año, no hay escasez de vida en la tundra. Sin embargo, debido a la estación de crecimiento extremadamente corta, la pauta vital difiere acusadamente de la que existe en regiones más templadas. Los grandes herbívoros de la tundra se encuentra sólo estacionalmente, y tanto plantas como animales presentan muy poca diversidad. El principal herbívoro de la tundra del Nuevo Mundo es el caribú *(Rangifer caribou),* mientras que en la tundran del Viejo Mundo el reno *(Rangifer tarandus),* estrechamente emparentado con el anterior, desempeña un papel similar. Los movimientos estacionales de estos rebaños han tenido una gran repercusión sobre el modo en que han sido cazados por los seres humanos. Aves migradoras de muchas especies utilizan las regiones árticas como zonas de cría, y también son numerosas durante los breves meses de verano. La fauna típica de la tundra incluye el reno o caribú, el buey almizclado, la liebre ártica y el zorro ártico, los roedores, las perdices nivales y el búho nival (fig. 6-3). Los meses más cálidos ven asimismo la aparición de un enorme número de jejenes y mosquitos. Durante estos meses veraniegos los tunguses, de los que hemos hablado en el último capítulo, se desplazan con sus rebaños de renos desde el bosque hasta la tundra, mientras éstos ramonean los líquenes (llamados musgo de reno) y otras plantas árticas.

La escasa diversidad de las especies animales y vegetales significa que existen fluctuaciones más extremas en el número de individuos. Los roedores árticos, desde luego, son un ejemplo famoso de animales cuyas poblaciones sufren enormes aumentos y descensos periódicos. Las aves y los mamíferos carnívoros que predan sobre ellos experimentan, asimismo, destacadas oscilaciones de población.

Las numerosas formas acuáticas de vida en la tundra son básicas para las adaptaciones humanas al bioma. Han proporcionado importantes alimentos a los seres humanos. Salmones y focas son recursos fundamentales para los pueblos de los que hablaremos a continuación. Las dos sociedades humanas que examinaremos se han adaptado con éxito a los rigores de la vida ártica. Los magdalenienses eran los ocupantes prehistóricos de Europa occidental a finales del período glaciar, hace 19.000-10.000 años. Los nuuna-

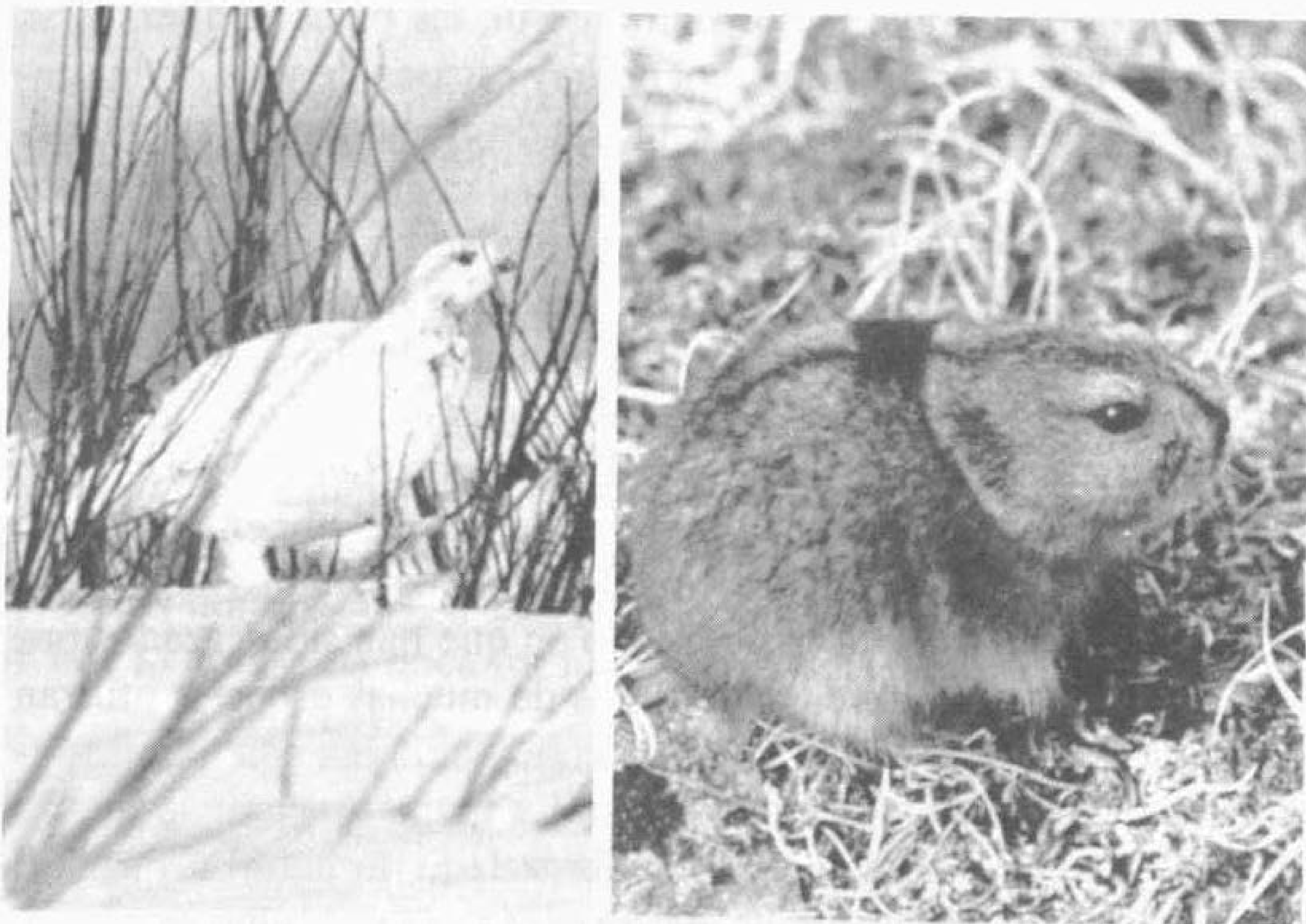


Fig. 6-3. Las especies de la tundra pueden alcanzar densidades de población muy elevadas, pero puesto que las poblaciones son inestables, para los seres humanos es arriesgada la dependencia de una única especie como recurso alimentario, a menos que se practique la trashumancia. Los esquimales siempre incluyen en su dieta productos alimenticios marinos. A la izquierda, perdiz nival; a la derecha, roedor. *(Natural History Photographic Agency.)*

miut y los taremiut son dos tribus de esquimales del Nuevo Mundo, y el tipo de cooperación que presentan ha asegurado la adaptación de ambos grupos.

LOS MAGDALENIENSES

Durante el último subestadio de la glaciación final de Europa el clima era extremadamente frío. La región de Dordoña, en Francia (fig. 6-4), que en la actualidad está cubierta por bosquecillos de roble y nogal en las colinas y por campos de tabaco cultivado en los valles, era una región de tundra. La fauna de esta época estaba constituida por formas árticas típicas: renos, perdices nivales, búho nival, así como el extinguido mamut lanudo. El fuerte frío de



Fig. 6-4. La región de Dordoña se caracteriza por una roca madre caliza profundamente erosionada por los ríos de la región, que excavaron bermas, salientes, cobijos y cuevas. Los valles proporcionaron este refugio, junto con caza y pesca abundantes, y han estado habitados durante al menos 100.000 años.

este período estaba algo compensado por la topografía local. La Dordoña es una región de mesetas calizas profundamente hendidas, y el río Dordoña y sus afluentes forman un complejo de valles que ofrece microclimas locales diferentes. Sin embargo, en su conjunto, durante los milenios en cuestión, prevalecían las condiciones completamente árticas. Los perfiles polínicos indican que había sauces enanos en los valles, así como también unas pocas juncias; los líquenes eran otras formas comunes de vegetación.

La Dordoña es una región de múltiples cuevas y abrigos rocosos, que proporcionaron a las poblaciones prehistóricas un espacio vital protegido y de fácil acceso al agua, en un ambiente que era muy rico en caza. El enorme número de yacimientos arqueológicos en la zona atestigua la abundancia de recursos de que disponían estos cazadores-recolectores. Las últimas poblaciones del Paleolítico superior de la Dordoña, los magdalenienses, desarrollaron una adaptación que tuvo mucho éxito, y que en cierto modo era bastante parecida a la de muchos grupos esquimales de la actualidad.

Las poblaciones magdalenienses se hallaban distribuidas por Francia, así como en zonas adyacentes de España, Suiza, Bélgica y Alemania. Los restos arqueológicos de estas gentes se documenta-

ron por primera vez en la Dordoña, y de esta región procede parte de la información más completa. La combinación fortuita de lugares resguardados de forma natural, encarados a valles estrechos por los que transitaban regularmente rebaños de renos, hizo de la Dordoña una zona favorecida para habitarla los hombres.

Los seres humanos a los que corresponden los restos arqueológicos magdalenienses eran de tipo completamente moderno, más generalmente conocidos como hombres de Cro-Magnon (fig. 6-5). Su estructura ósea virtualmente no puede distinguirse de la nuestra, y estaban ampliamente distribuidos por toda Eurasia hacia el año 30.000 a. C. Contamos con buenos conocimientos de gentes con adaptaciones análogas a los magdalenienses en todo el continente eurasiático durante los últimos milenios del Pleistoceno,

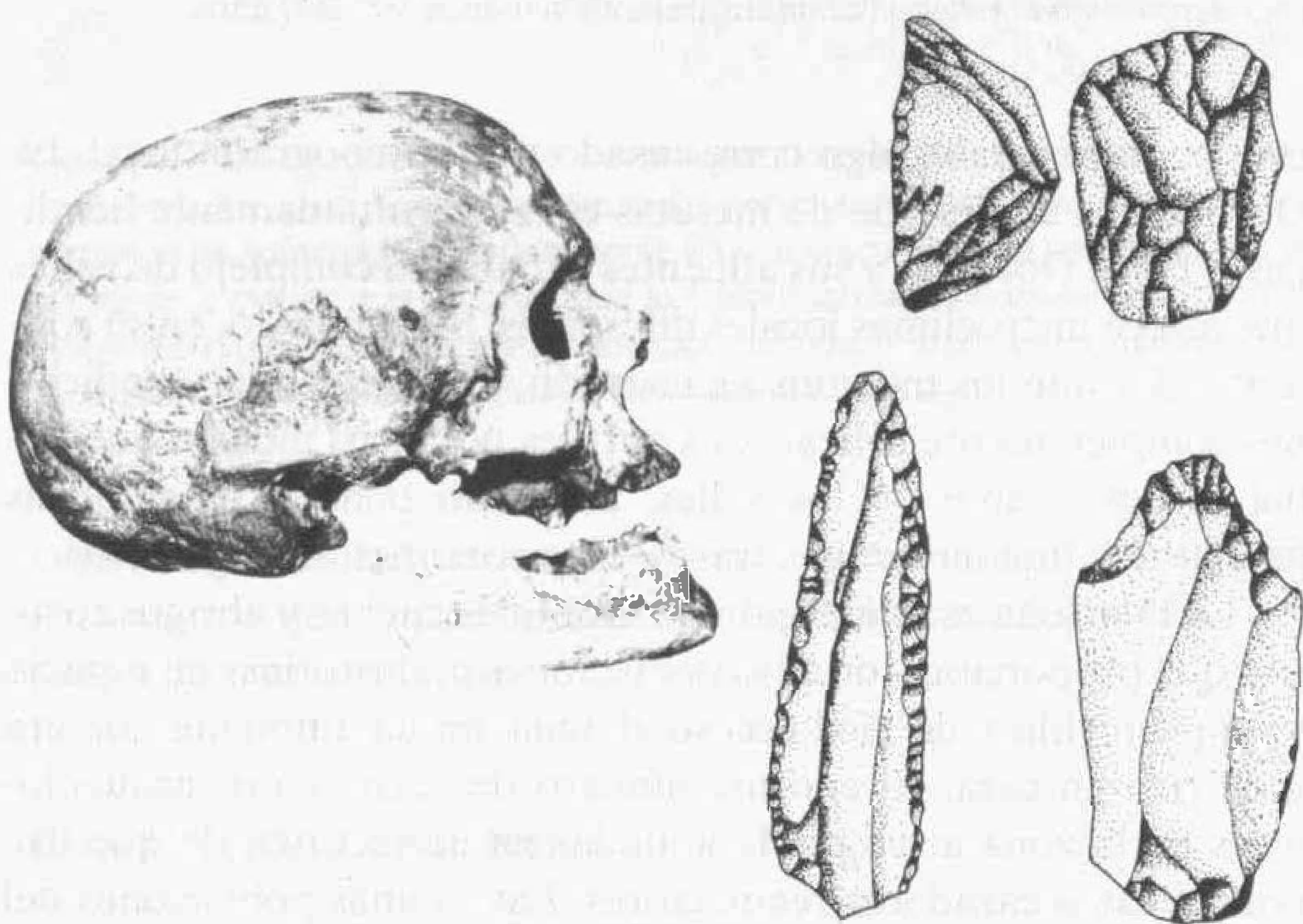


Fig. 6-5. Los primeros ejemplos de una antigua raza de nombres modernos se encontraron en 1868 en los sedimentos de un refugio rocoso extraplomado en Cro-Magnon, en las afuera de Les Eyzies, en el río Vezère (véase la fig. 6-4). Había cuatro esqueletos humanos junto a útiles de pedernal, armas, así como conchas marinas perforadas y dientes animales correspondientes a collares. Los utensilios líticos asociados a estos restos humanos eran de una calidad muy superior a los encontrados en yacimientos más antiguos. El cráneo pertenece a un viejo. *(Musée de l'homme, París.)*

época que asistió, asimismo, al poblamiento del Nuevo Mundo por los habitantes del nordeste de Asia.

La cultura magdaleniense recibe este nombre por el yacimiento de La Madeleine, en la Dordoña; se trata de un enorme refugio rocoso en el que se reconocieron por primera vez los restos arqueológicos de este período. En la actualidad se conocen más de setenta y cinco yacimientos magdalenienses únicamente en la Dordoña, así como varios otros en el norte de Francia y en el país ondulado que se extiende entre ésta y la costa atlántica de Francia. Los de la Dordoña se encuentran principalmente en abrigos rocosos y cuevas, mientras que los situados más hacia el oeste y hacia el norte son principalmente a cielo abierto, muchos de ellos con trazas de cabañas o tiendas. Basados en esta amplia muestra de yacimientos procedentes de diversas zonas que han proporcionado gran cantidad de material manufacturado, podemos reconstruir con cierto detalle los sistemas culturales que existían en aquella época.

La adaptación magdaleniense, como la de otras culturas de este período, se basaba ante todo en la explotación sistemática de rebaños de mamíferos migratorios. En el caso de los magdalenienses de Europa occidental, los rebaños eran de renos. No quiere decir que fueran los únicos animales cazados, puesto que en los yacimientos aparecen restos de bisonte, mamut, caballo y muchas otras especies. Pero la frecuencia de renos excede a las de todos los demás animales, y con frecuencia suelen comprender del 85 al 90% del conjunto faunístico; constituían el alimento básico de la economía magdaleniense.

Con el fin de comprender la naturaleza del tipo de adaptación que estas gentes lograron, es útil hacer una distinción entre clases de recursos. Los *recursos ganados* de un bioma determinado están constituidos por los animales de caza que obtienen su energía (alimento) en este hábitat y que pasan la mayor parte de su ciclo biológico dentro de sus límites. Los *recursos no ganados,* en cambio, están constituidos por los animales de caza que pasan a través, o una parte de su ciclo anual en un bioma y no obstante, obtienen la mayoría de su energía en otros biomas (fig. 6-6). Por ejemplo, las aves migradoras que se encuentran a lo largo de las rutas fluviales durante el curso de sus viajes anuales son recursos no ganados

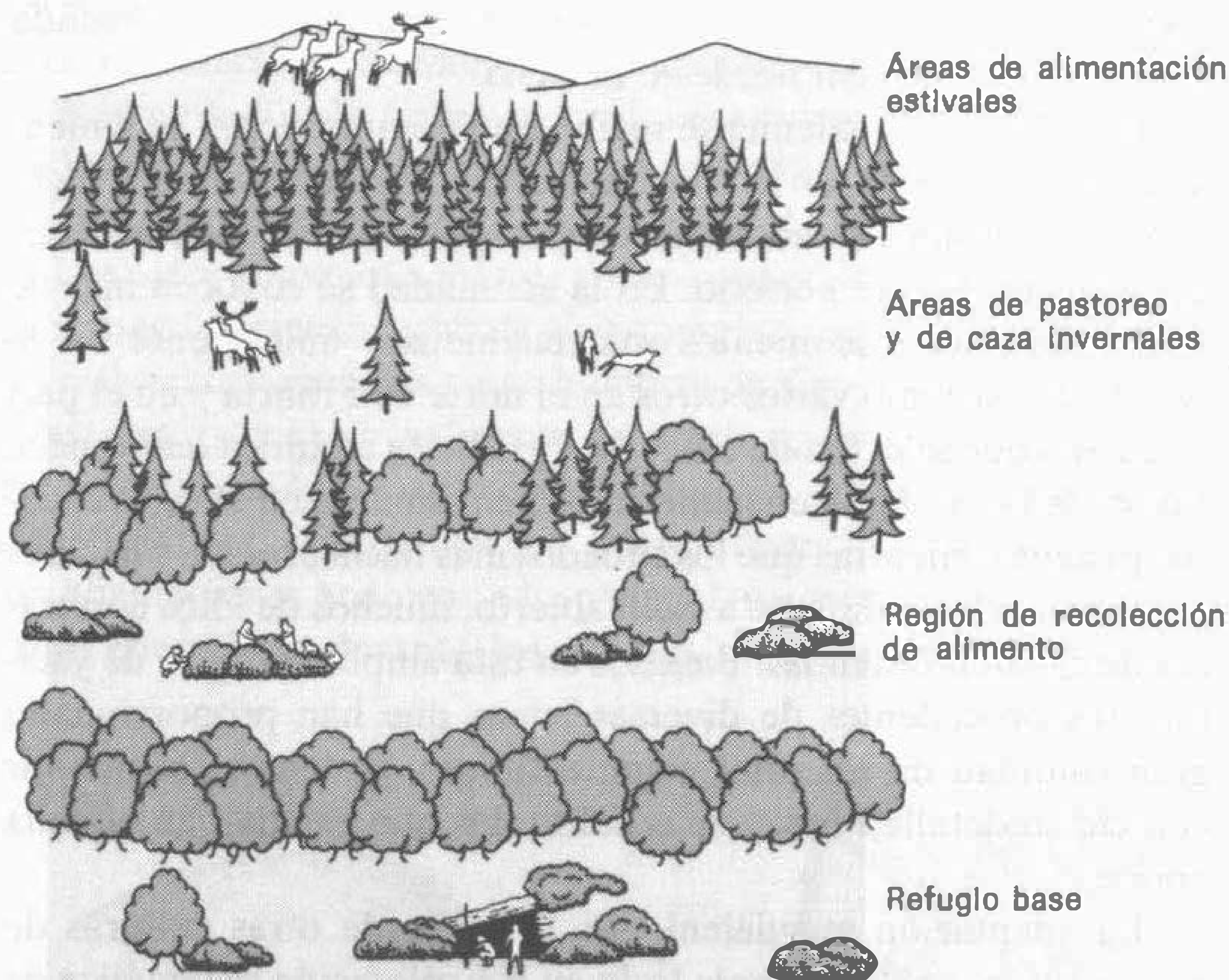


Fig. 6-6. Los llamados recursos «no ganados» se refieren a los rebaños migradores que viven durante parte del año fuera del territorio vital de los grupos de caza. Las manadas que pastan en las montañas durante el verano pueden descender a los valles en invierno, época en la que son cazadas. Así, los cazadores del valle están sirviéndose de recursos alimentarios de toda la región, sin necesidad de desplazarse por ella. La ilustración muestra la relación de las zonas de producción de alimento con el campamento o refugio base.

para los habitantes humanos de estos sistemas, puesto que las aves en cuestión se reproducen, crecen y maduran en otras regiones. Pero proporcionan un rico recurso alimentario cuando pasan por estas zonas en su camino hacia o desde las de cría de verano y de invierno. Los peces, como los salmones, que crían en las aguas dulces, pero pasan la mayor parte de su ciclo biológico en el mar, son otro ejemplo de un recurso no ganado para las poblaciones fluviales. Las humanas que viven a lo largo de las rutas de migración de mamíferos que se agrupan en rebaños, como bóvidos salvajes, renos o mamuts, y las interceptan entre sus zonas de alimen-

tación de verano y de invierno, están cosechando asimismo recursos no ganados.

Aunque los términos *ganado* y *no ganado* no son completamente apropiados, la distinción es útil, puesto que nos permite ver de qué modo la energía y la materia ganada fuera de un determinado bioma puede utilizarse en su interior, eliminando así algunos de los factores limitantes del propio bioma. Las implicaciones que esto tiene para la tecnología humana son también importantes, puesto que los grupos humanos que dependen de un recurso que atraviesa un ambiente sólo dos veces al año deben poseer algún sistema para extender la utilidad de tal recurso. En otras palabras, es necesario algún método de preservación de la comida para conseguir el máximo uso de la explotación de estos recursos disponibles estacionalmente y muy ricos.

Existen algunos indicios de que la explotación sistemática de recursos terrestres no ganados empezó exactamente antes de la aparición inicial de hombres anatómicamente modernos. Ciertamente, los yacimientos conocidos de gentes modernas (desde el punto de vista anatómico) de las fases finales del Pleistoceno tardío, se basan en la recolección extensiva de recursos terrestres no ganados, y frecuentemente con una notable dependencia de una única especie, como el reno o el mamut.

Las ocupaciones magdalenienses más antiguas, las datadas de unos 19.000 años a. C. a unos 13.000 años a. C., revelan una dependencia casi exclusiva de los recursos terrestres, sobre todo del reno (fig. 6-7). Cuando las condiciones climáticas se hicieron más rigurosas, como ocurrió hacia el final de este período Magdaleniense temprano, los habitantes de la Dordoña comenzaron la caza sistemática de nuevos tipos de recursos no ganados: aves migradoras, mamíferos acuáticos y peces. No es exagerado señalar la significación de estos aumentos a sus suministros de comida. Los párrafos que siguen ayudarán a explicar por qué éstos eran tan importantes, y asimismo ofrecerán al lector un ejemplo de cómo el cambio en la relación de sólo dos componentes sistémicos (los seres humanos y los recursos acuáticos) puede tener efectos de largo alcance en todo el ecosistema.

Entre los cazadores-recolectores documentados etnográficamente, el principio de la primavera es con frecuencia un período

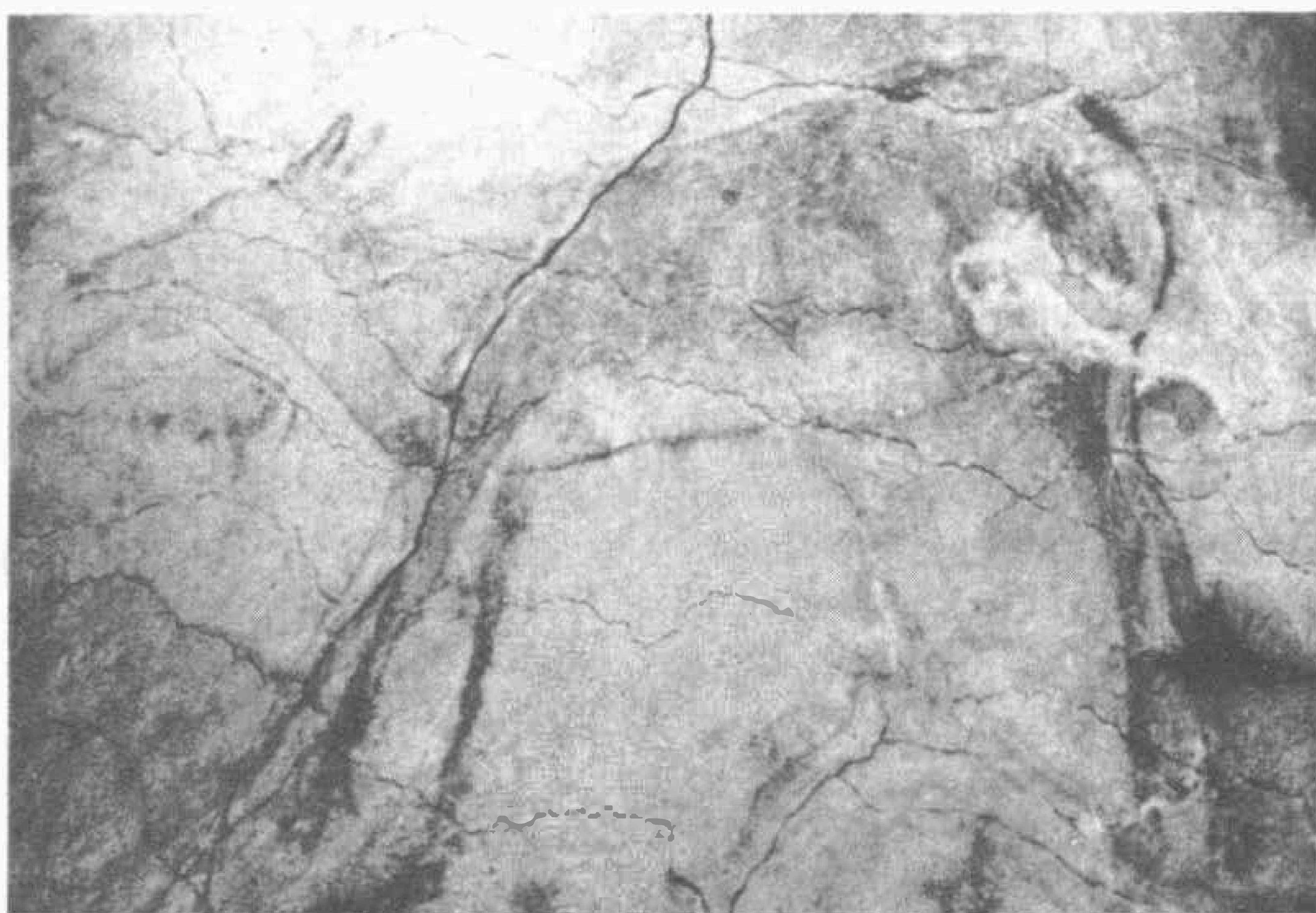


Fig. 6-7. El reno era de una gran importancia para estos pueblos árticos, y aparece en buena parte de su arte. No se sabe si lo domesticaron de alguna manera. *(Ronald Sheridan.)*

de grandes privaciones. Los frutos silvestres, las nueces y la carne como la del ciervo son muy abundantes a finales del verano y principios de otoño, y suelen manufacturarse y almacenarse para su consumo invernal. Si los suministros se agotan a principios de primavera, las plantas que los grupos humanos aprovechan todavía no han dado fruto. Si las poblaciones en cuestión dependen exclusivamente de una especie de mamífero migrador, deben esperar a que aparezca en primavera. Cualquier desviación en la época en que los rebaños aparecen, o cualquier reducción en su número, producen resultados desastrosos en los citados grupos humanos. Así, los comienzos de la primavera, con sus riesgos implícitos, sería el período que limitaría el crecimiento de la población en los cazadores que dependen únicamente de recursos terrestres. Si tal es así para los grupos humanos que ocupan los biomas templados, las limitaciones son todavía más rigurosas para los habitantes de la tundra, puesto que estas regiones están más expuestas que las templadas a experimentar fluctuaciones importantes en las pobla-

ciones animales. Como hemos visto, entre muchos cazadores-recolectores actuales el infanticidio, el aborto y otros medios de control de la población se practican de forma rigurosa. Una madre que tenga un niño pequeño al que cuidar y que deba frecuentemente levantar el campamento y acarrear a la vez con los pertrechos domésticos, no es probable que acoja con satisfacción la llegada de otro hijo al que cuidar y transportar, por lo que tendrá pocos escrúpulos a la hora de adoptar cualesquiera medios sean necesarios para limitar el tamaño de la familia.

Al aprovechar los peces y las aves migradores que aparecen a principios de primavera, las consecuencias de las carestías en esta época de recursos terrestres pueden subsanarse en gran medida. Un tal aumento en el suministro de comida disponible en un punto significa que las poblaciones pueden ser más sedentarias, y por tanto eliminar gran parte de la necesidad de limitar el número de nacimientos. Así, la utilización sistemática de recursos acuáticos sirve para equilibrar los efectos de las limitaciones que la primavera impone a las gentes que dependen casi totalmente de recursos terrestres.

Cuando comparamos los yacimientos del Magdaleniense temprano con los del período posterior (13.000-10.000 a. C.), encontramos que estos últimos son más numerosos, mayores, y suelen estar situados a orillas de ríos, con frecuencia en puntos en los que éstos se estrechan. Muchos de tales yacimientos presentan indicios de haber estado habitados durante todo el año. Así, pues, encontramos que las poblaciones del Magdaleniense tardío aumentaron en número, y que el tamaño del grupo local también aumentó; estos cambios se hallan asociados a la utilización creciente de los recursos acuáticos y a una instalación más permanente.

Antes de examinar qué es lo que los yacimientos contenían, investigaremos algunas de las implicaciones del cambio en la adaptación y consiguiente crecimiento de población que tuvo lugar entre el Magdaleniense temprano y el tardío. El modelo de organización social al que se llegó puede probarse mediante los datos que proporciona el registro arqueológico.

Los magdalenienses tardíos, como otras poblaciones del Paleolítico superior, obtenían la mayor parte de su comida aprovechando los rebaños de mamíferos migradores que pasaban regularmente a través de su entorno. Además, como hemos visto,

dependían de recursos fluviales muy estacionales para pasar los meses de escasez al principio de la primavera. El hecho de que su subsistencia dependiera de animales disponibles estacionalmente significa que piezas de caza de todo tipo debieron de ser adecuadas para su almacenamiento y redistribución entre grupos. El tipo de trabajo que se precisa para cazar con éxito y para preparar carne suficiente para sustentar a un grupo durante varios meses supera el que posee una pequeña agrupación local. El grupo de 20-30 miembros que caracterizó gran parte de la prehistoria humana se modificó sin duda, con una dependencia creciente de recursos no ganados y disponibles estacionalmente. Al menos durante la estación de caza, debieron de reunirse grupos mucho mayores, puesto que si contamos las hembras, los machos ancianos y muy jóvenes, y consideramos asimismo las pérdidas debidas a muerte o enfermedad, un grupo de, por ejemplo, 25 personas no podría proporcionar más que unos pocos cazadores. La suma de grupos mucho mayores habría sido una necesidad esencial, al menos estacionalmente.

La dependencia de recursos no ganados, en particular aquellos tipos que se hallaban disponibles en la Dordoña, desempeñó también un papel determinante en establecer los lugares de ocupación. Con una fuerte dependencia de los renos, estos lugares tienden a hallarse en los valles fluviales más estrechos. Sin duda, esta distribución de los yacimientos se debe, al menos en parte, al hecho de que los rebaños son más fáciles de resguardar en un espacio más limitado. Cuando los recursos fluviales representaron un papel importante en la dieta de los magdalenienses tardíos, se agudizó el problema de la localización de los poblados. Los salmones se capturan más fácilmente en los pasos angostos de los ríos, y estos parajes habrían sido los más deseables: la localidad-tipo de La Madeleine está situada en un angosto valle y en un punto en el que el río Vezère es muy estrecho (fig. 6-4). Puesto que estas localizaciones son reducidas en número, podemos inferir que no se abandonaban casualmente cuando las arribazones de salmón terminaban con la primavera. Era una gran ventaja el mantenimiento de un lugar de este tipo para usarlo durante las migraciones de los renos, y especialmente durante la estación de freza del salmón.

La inversión que un determinado grupo hace en un lugar dado,

y la dependencia de los recursos disponibles en esta localidad, proporcionan el contexto de que algún tipo de administración pudo haber supuesto una institución social útil. Una persona, o un pequeño grupo determinado de personas, representa los intereses de la totalidad y, a cambio de un determinado nivel y privilegios, sirve como representante de la corporación. Esta gestión supone distinciones sociales entre miembros del grupo, y tales distinciones se reflejan tanto en un acceso preferente a los bienes, como en símbolos de nivel social. La regularización de este papel, junto con reglas de herencia para el mismo, asegura a la sociedad mayor que los recursos serán atendidos y que el producto final de la caza será compartido entre los miembros.

No está claro si la sociedad magdaleniense tardía poseía jefes verdaderos, pero el tipo de economía que se practicaba habría requerido sin duda que se formalizaran las jerarquías sociales. Éste es un nuevo nivel de complejidad sociocultural comparado con el grupo local, esencialmente igualitario, que creemos que caracteri-

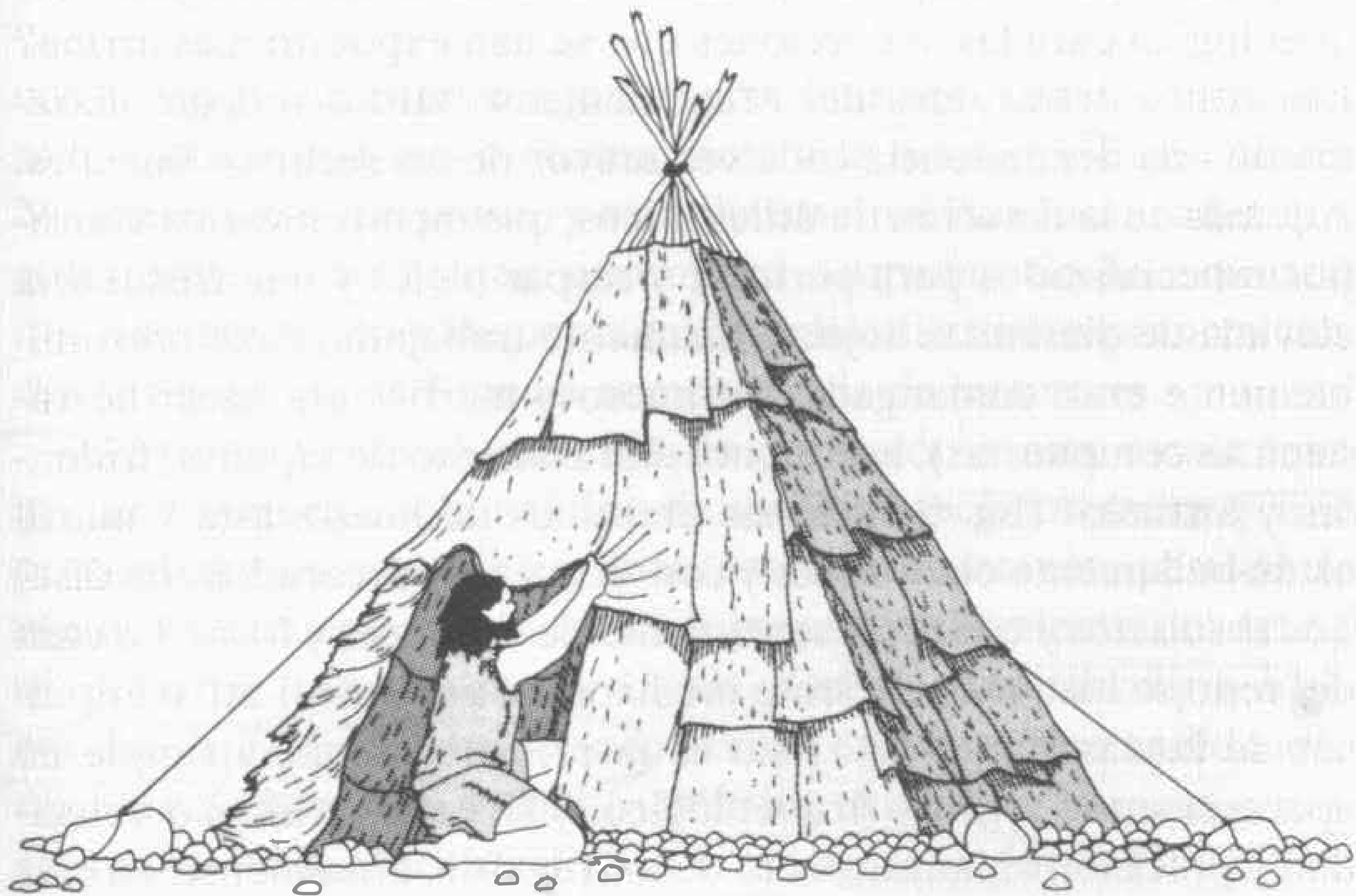


Fig. 6-8. La excavación de un yacimiento magdaleniense en la meseta Parrain (Dordoña) suministró pruebas de una tienda de aquella época. Aquí el tipo de refugio tradicional se ha adaptado a las condiciones árticas, en las que se requiere un aislamiento muy eficaz y ya no hay maleza disponible.

zó a la mayoría de cazadores-recolectores. Una tal sociedad debe su continuación pacífica a los medios regulares con los que se distribuyen los recursos disponibles estacionalmente y se mantienen los parajes para su explotación. Por tal razón cabría esperar en el Magdaleniense tardío la aparición de símbolos sociales y pruebas de un tratamiento diferencial de los individuos, con una contribución corporativa para el mantenimiento de estas distinciones. La complejidad de los símbolos sociales suele ir acompañada de otra ritual, por lo que puede esperarse crecientes indicios de tal comportamiento en las condiciones de lugares especiales en los que se realizaban tales ritos.

El cambio evolutivo en un sistema supone no sólo un aumento en el número y función especializada de los componentes, sino también nuevos medios de integración de los mismos. El tipo de cambio social sistémico que proponemos para el Magdaleniense tardío representa un paso evolutivo importante sobre el de la organización de agrupaciones que caracterizó a los grupos humanos durante buena parte de la prehistoria.

¿Qué tipo de respaldo podemos encontrar en el registro arqueológico para las deducciones que se han expuesto más arriba? Los restos artesanales del Magdaleniense tardío reflejan claramente una dependencia cada vez mayor de los recursos fluviales. Además de la dotación de útiles líticos, que incluyen varios utensilios especializados para perforar y raspar pieles y una frecuencia elevada de diminutas hojitas, finamente trabajadas (que presumiblemente eran enmangadas en hueso o marfil para hacer herramientas compuestas), hay un notable aumento de arpones, tridentes y anzuelos (fig. 6-9). Estos utensilios de hueso, asta y marfil están bellamente elaborados y con frecuencia decorados con diseños abstractos y con representaciones de salmones y focas. La caza del reno se hizo más eficiente mediante el uso del atl-atl, o impulsor de lanzas (fig. 6-10). Ésta es la primera máquina simple en aparecer en el registro arqueológico, y su empleo añadió velocidad y precisión al lanzamiento de un venablo. Finalmente, en este período de tiempo encontramos las primeras pruebas concluyentes de uso de arco y flechas.

Los indicios de una vida más sedentaria y el aumento de población consiguiente se ve en el número, localización y restos faunísti-

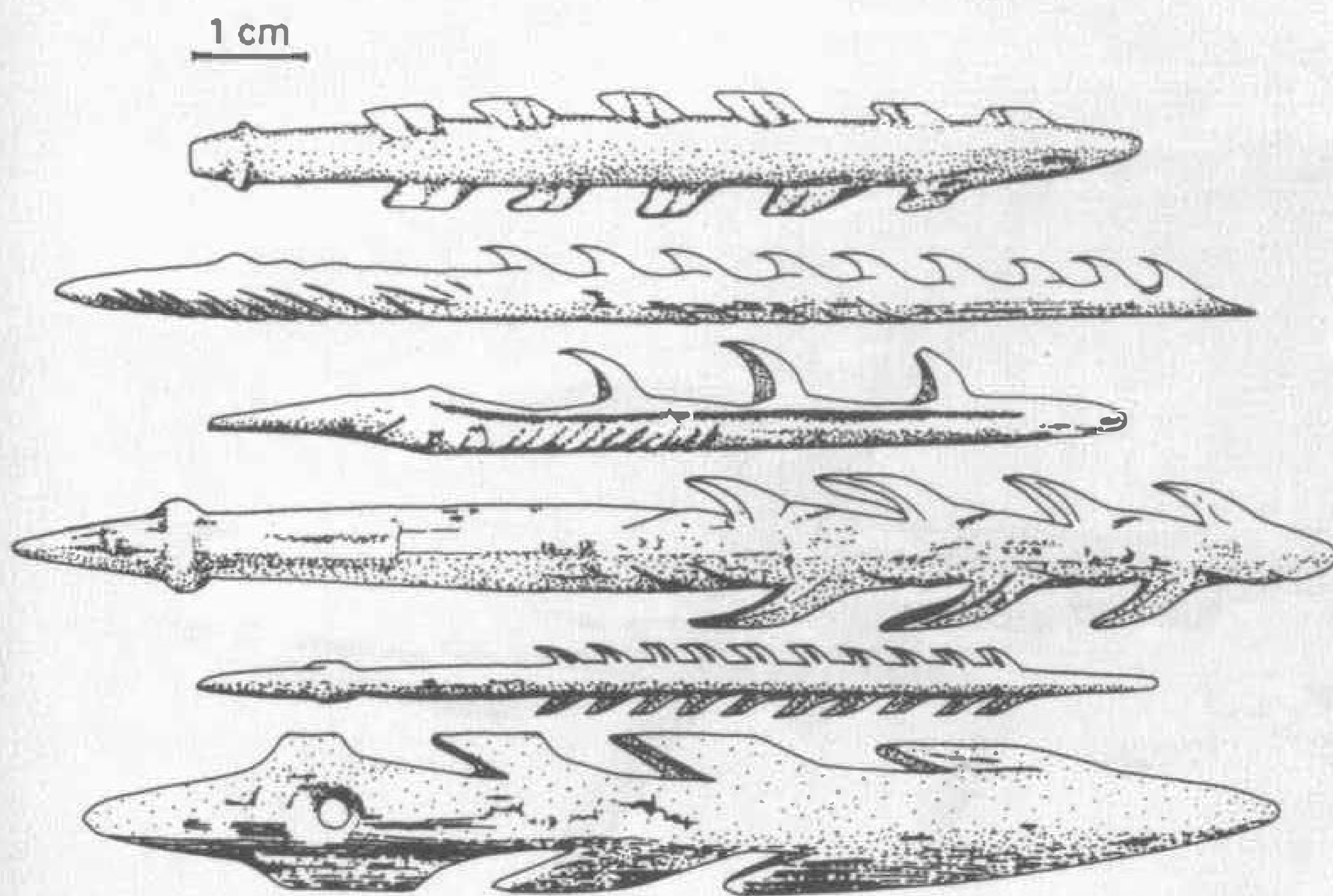


Fig. 6-9. Los magdalenienses desarrollaron el arte de la pesca con avíos sofisticados. Esta selección de arpones barbelados y bellamente acabados está hecha de huesos de mamíferos.

cos de los yacimientos magdalenienses tardíos. Los del Magdaleniense tardío son tres o cuatro veces más numerosos que los del Magdaleniense temprano, y se utilizaron muchas localidades que anteriormente no habían sido nunca ocupadas. Se ha estimado que durante el período que va del Magdaleniense temprano al tardío la población de Francia aumentó más de tres veces.

Aparentemente el aumento de población a esta escala tuvo profundos efectos sobre el tipo de sistemas socioculturales que se precisaban para integrar a grupos locales. Durante este período de rápido crecimiento poblacional hubo un florecimiento del arte y se utilizaron símbolos de nivel social. Quizá los restos arqueológicos más famosos de este período sean el exquisito y extendido arte rupestre de la región franco-cantábrica. Altamira, Lascaux y muchas otras localidades atestiguan la creciente importancia de lo ritual en las vidas de estas gentes (fig. 6-11). A menos que deseemos suponer que la vida espiritual de la humanidad floreció de repente sin ninguna razón adecuada, debemos aceptar que estas famosas cuevas pintadas (que no eran lugares habitables) estaban funcio-



Fig. 6-10. Con el arpón de pesca lograron un mayor impulso y alcance que permitió obtener más capturas, por lo que las lanzas fueron sustituidas. Aquí un aborigen australiano utiliza un arpón de tres dientes para asaetear peces. *(Axel Poignant.)*

nalmente ligadas a otros componentes del sistema cultural magdaleniense. El empleo del arte y del ritual para conjuntar a grupos que comparten idéntica economía, y para ratificar el nivel de los individuos a los que el grupo corporativo asigna un papel de caudillaje, son rasgos comunes en grupos etnográficamente conocidos.

El reconocimiento corporativo de la diferenciación social puede observarse también en el ritual mortuorio de los magdalenienses. Los enterramientos humanos contienen a veces riquezas sepulcrales complejas, entre ellas objetos que debieron obtenerse mediante un esfuerzo cooperativo, como miles de conchas del Mediterráneo. Dientes animales perforados, ocre rojo, utensilios líticos, así como collares, ajorcas y brazaletes se depositaban con los cuerpos. Este sistema no sólo indica una creencia en la eternidad; un rito mortuorio tan elaborado simboliza, asimismo, el nivel social de los individuos en vida (fig. 6-12).

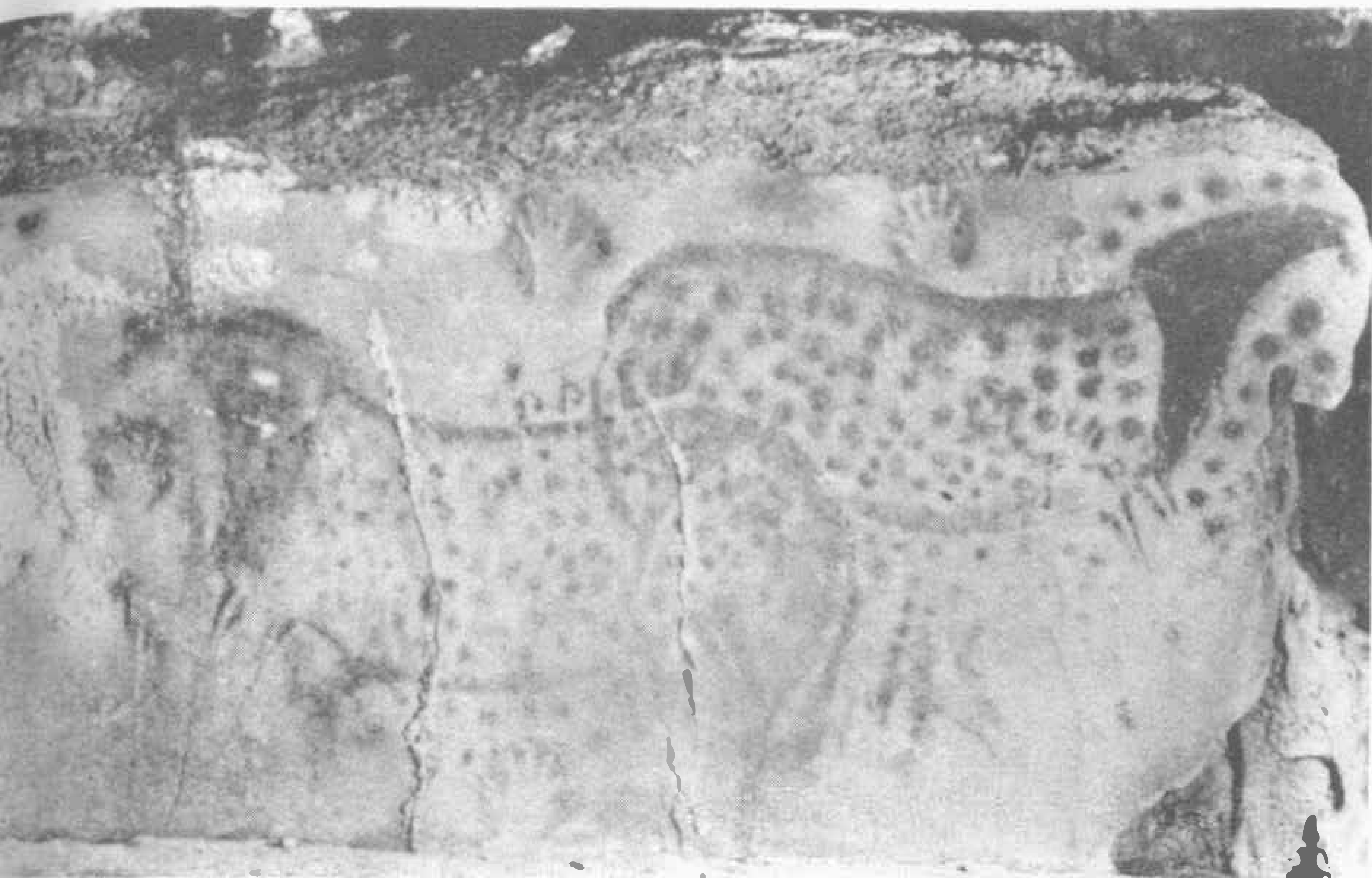


Fig. 6-11. Las pinturas de caballos en la cueva de Pêche-Merle, en la Dordoña, combinan los animales con dos tipos de símbolos que pueden estar relacionados con la magia venatoria. Los puntos pueden representar proyectiles, las impresiones de manos que rodean los caballos, el poder de una persona sobre su presa. Las pruebas de la naturaleza ritual del arte rupestre proceden de muchas fuentes, y especialmente del hecho de que la mayor parte del mismo se halla situado en lugares relativamente inaccesibles, en cuevas profundamente excavadas en la tierra, de modo que difícilmente se corresponde a nuestras ideas de arte meramente decorativo. *(Jean Vertut.)*

Al intentar reconstruir el modo de vida de los magdalenienses hemos destacado algunas variables por sus consecuencias de gran alcance. Son: la explotación de recursos fluviales (peces, aves y mamíferos migradores), y las técnicas con las que se cazaba el principal componente de la dieta, el reno. Cada una de ellas habría requerido el mantenimiento de localizaciones favorables (pastos angostos en los valles y tramos estrechos de los ríos) que, a su vez, precisan un tipo de gestión y de ocupación permanente de al menos algunos segmentos de la sociedad. El desarrollo de un estilo de vida sedentario requerido por esta adaptación, junto con el efecto crítico de los recursos fluviales al eliminar un factor limita-

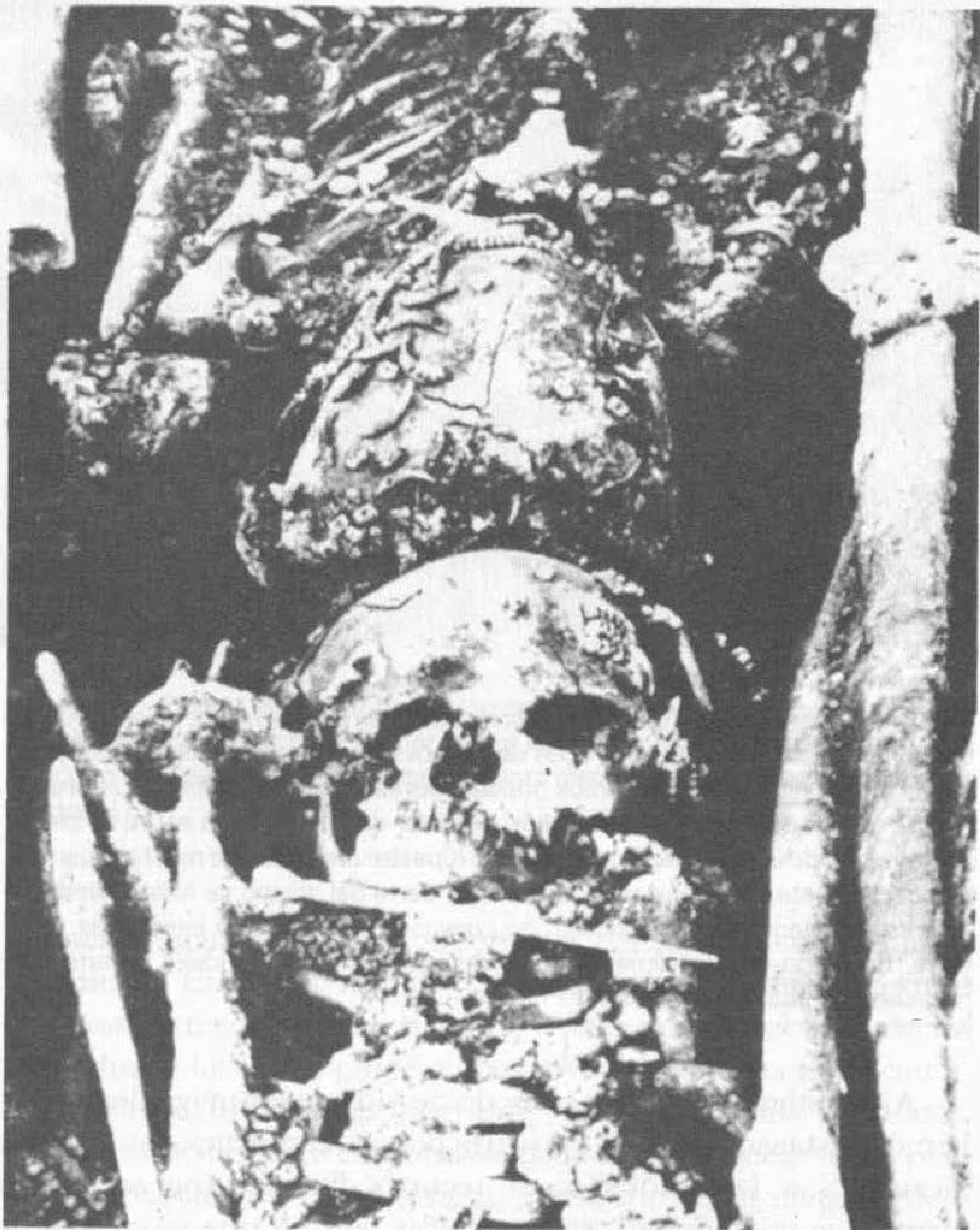


Fig. 6-12. Esta fotografía muestra parte de una sepultura exhumada en Sungir, cerca de Moscú, y datada en unos 23.000 años. La tumba contenía dos niños, de nueve y doce años de edad, colocados cabeza contra cabeza. Se hallaban completamente vestidos y ambos portaban collares de cuentas de hueso de mamut y dientes de zorro ártico. Sobre el pecho del muchacho de mayor edad había un disco de colmillo de mamut tallado en forma de caballo, y ambos se hallaban equipados con varias armas de marfil como lanzas, venablos y dagas. Claramente, se trataba de dos niños de rango social elevado. *(Novosti Press Agency.)*

dor, cuando los seres humanos habían dependido casi totalmente de recursos terrestres, crearon condiciones que permitieron un rápido crecimiento de la población. Este crecimiento exigía nuevos medios de integración sociocultural, así como la creación de niveles jerárquicos para los miembros de las unidades sociales antedichas.

La eficiencia tecnológica creciente de los magdalenienses tardíos y el rápido aumento de la población tuvieron sin duda efectos negativos sobre algunos recursos alimentarios. Varios antropólogos aseguran que la desaparición de algunas formas animales (el bisonte en Europa y el mamut y los mastodontes en el Viejo y Nuevo mundos) fue la consecuencia directa de técnicas de caza más efectivas. La realidad de esta «matanza pleistocénica» es un debatido problema, pero el hecho cierto es que entre los años 10.000 y 8.000 a. C., muchos de los grandes animales de caza de Europa y de Norteamérica se extinguieron o se retiraron a latitudes más septentrionales al tiempo que lo hacían los glaciares, con lo que forzaron nuevas adaptaciones humanas a un ambiente posglacial. Como veremos, la influencia de los seres humanos sobre el ambiente en cuanto que pastores y agricultores iba a ser mucho mayor que su influjo como cazadores; los agricultores han causado muchos más deterioros y destrucciones en tiempos más recientes debido al asolamiento de ecosistemas enteros.

LOS NUUNAMIUT

Los nuunamiut y los taremiut son dos grupos de esquimales de Alaska septentrional que comparten un hábitat común, participan en sistemas culturales similares, pero ocupan distintas cuencas ecológicas. Sus relaciones comerciales son ventajosas para ambos, y gozan de una especie de simbiosis cultural que asegura su subsistencia. Los taremiut ocupan la costa entre Point Barrow y Point Hope y sus actividades económicas consisten, sobre todo, en la explotación de mamíferos marinos: ballenas, focas y morsas. Los nuunamiut viven a lo largo de las laderas septentrionales de la cordillera Brooks y son cazadores de caribúes (fig. 6-13). Se ha estimado que la población aborigen de los taremiut era de unos



Fig. 6-13. El territorio de los nuunamiut y de los taremiut en Alaska septentrional comprende regiones costeras e interiores, de modo que estos pueblos pueden utilizar una base amplia de recursos. En la actualidad está bien documentado que el pueblos esquimal, con sus notables adaptaciones culturales, penetró en Norteamérica desde Siberia hace unos 10.000 años, y se extendió por toda la región ártica. Su éxito dependió de la capacidad de cazar tanto mamíferos terrestres como marinos, así como aves y peces.

1.000, y la de los nuunamiut, de unos 3.000. Las diferencias lingüísticas entre los dos grupos son mínimas, y los nuunamiut pueden vivir en la costa en verano y participar en la vida social de los taremiut.

El territorio de los nuunamiut está constituido por las laderas y estribaciones norteñas de la cordillera Brooks, así como la llanura adyacente; se trata de una cadena montañosa abrupta de unos 1.000 kilómetros de longitud, con altitudes de 2.700 metros. Estas montañas pueden atravesarse únicamente por tres puertos principales: Howard, Survey y Anaktuvuk. Allí donde las estribaciones norteñas se acercan a la llanura, su pendiente es suave, y los ríos se tornan intermitentes y lentos. La llanura ártica se extiende unos

100 km desde los estribos de la cordillera a la costa, y está cruzada por muchos ríos serpenteantes; en verano se convierte en una ciénaga que bulle de jejenes y mosquitos. Los inviernos son rigurosos, con temperaturas medias de –34 °C en la costa e incluso más frías tierra adentro. Hacia el 15 de noviembre se inician setenta y dos días de total oscuridad invernal. El verano está marcado por un aumento de la luz solar, que durante dos meses es perpetua. En esta época se deshiela la superficie del permafrost, y la efímera vida vegetal de la tundra hace su aparición. Estas plantas son de raíces someras y en su mayor parte son líquenes y musgos. Las laderas y puertos incluyen sauces enanos y muchas variedades de bayas. La fauna continental está compuesta por las formas árticas usuales, y en verano llegan cientos de miles de caribúes a través del Anaktuvuk Pass para pacer en las llanuras y estribaciones septentrionales.

Las principales migraciones de caribú tienen lugar en primavera y otoño: los rebaños se mueven hacia el norte en marzo y abril y hacia el sur en septiembre y octubre. Durante estas migraciones se reúnen grandes partidas de caza, normalmente de alrededor de 200-300 personas de las que 50-100 son cazadores. Los campamentos de otoño están compuestos por casas familiares y por una ceremonial que se construye cooperativamente. Los nuunamiut viven en estas aldeas temporales desde septiembre hasta principios de noviembre, y luego se dispersan a sus campamentos de invierno. Durante la migración de otoño se construyen corrales, de dimensiones alrededor de 45 por 90 metros. Los caribúes son dirigidos hacia el interior de ellos, donde son capturados con lazos o matados a flechazos. Esto se repite un día tras otro durante varias semanas, y en un buen día pueden capturarse 200-300 animales. Luego las mujeres desuellan a los caribúes, y la carne es cortada en tiras y secada, o macerada con grasa y bayas. Los huesos largos son aplastados para extraer la médula, los fetos son hervidos y comidos, como el bolo alimenticio del estómago. Después, una gran parte de esta carne se almacena en el campamento.

En noviembre los nuunamiut se dispersan en grupos de dos o tres familias y se instalan en las laderas. La casa típica de invierno es el *iceliik*, una estructura redonda u oval en forma de tienda, sostenida por cuatro postes erguidos con vigas ligeras que los unen

en la parte superior. Se atan a ella ramas de sauce para formar una estructura en domo que luego es recubierta con pieles. Por lo general se utilizan dos capas de pieles, con una cámara de aire entre ellas para conseguir aislamiento (fig. 6-8). Hasta marzo los nuunamiut permanecen en sus campamentos invernales, cazando a veces caribúes solitarios, colocando muchas trampas, cazando perdices nivales mediante lazos, y pescando algo.

En marzo los grupos dispersos se reúnen de nuevo para la caza primaveral del caribú, que es similar a la otoñal. Durante la primavera se capturan mediante trampas ardillas de tierra, marmotas y osos pardos *(grizzlies)*. El final de la caza de primavera se festeja con festines y ritos. Después muchas familias abandonan el paraje para dirigirse a la cuenca del río Colville en botes de pieles, y pa-



Fig. 6-14. Estas casas semisubterráneas recubiertas de césped son también construidas por los nuunamiut y se hallan aisladas contra el frío de modo muy efectivo. Por lo general, los techos suelen estar abrigados con costillas de ballenas recubiertas de pieles. *(Steve McCutcheon, Frank Lane Agency.)*

san el verano en la costa pescando, cazando y colocando trampas. También durante este período realizan su comercio con los taremiut. Algunas familias se quedan atrás, en la zona interior. En agosto recolectan bayas y raíces, y al final del verano vuelven a reunirse para la caza de otoño.

Cuando los caribúes son escasos, los nuunamiut cazan también carneros de montaña, alces, osos, castores, ardillas de tierra, marmotas, liebres árticas y puercoespines. Lobos, glotones y zorros son cazados por sus pieles, pero sólo comidos cuando otros recursos fallan. Aunque ocasionalmente se capturan focas en el río Colville desde cayacs, los mamíferos marinos se obtienen principalmente mediante trueque con los taremiut.

Probablemente, los complementos más importantes a la dieta de caribú por los nuunamiut son patos y gansos. Estas aves aparecen por el norte a principios de primavera y son muy apreciados tanto por su carne como por su grasa. Las perdices nivales, cazadas mediante lazos a finales de invierno, proporcionan asimismo un suplemento decisivo. La pesca de verano proporciona aproximadamente el 10% de la dieta de los nuunamiut y los principales sistemas de caza son redes y trampas. Las plantas constituyen sólo alrededor del 5% de la base de subsistencia, y se trata principalmente de bayas.

Dados los rigores del clima, la grasa y el aceite, tanto para el consumo como para combustible, son probablemente el factor limitante en el crecimiento de la población de los nuunamiut, factor que en cierto modo es compensado por sus relaciones comerciales con los taremiut, como veremos a continuación.

LOS TAREMIUT

La principal actividad económica de los taremiut es la caza de cetáceos, que tiene lugar en primavera. A finales de abril aparecen las ballenas en los canales libres de hielos más alejados de la costa, y se establecen campamentos balleneros en los bordes de los canales entre los bancos de hielo. Las tripulaciones balleneras las persiguen con arpones en umiacs e intentan clavar tantos como sea posible en el animal. Cuando éste emerge para respirar entre



Fig. 6-15. Las ballenas (y, de hecho, la mayor parte de los demás mamíferos marinos) constituyen un recurso alimentario extraordinariamente valioso para los esquimales, al proporcionar carne y aceite. Sus huesos se utilizan para la construcción de chozas y trineos. En la fotografía, dos ballenas van a ser izadas a tierra. *(Steve McCutcheon, Frank Lane Agency.)*

los bloques de hielo, emplean una pica para alancearlo en el corazón o en el cerebro. La captura es arrastrada hacia el campamento, levantado sobre el hielo, y la ballena destazada con gran ceremonia por toda la comunidad.

Una ballena grande pesa más de una tonelada y tiene unos 18 metros de longitud, con lo que proporciona enormes cantidades de carne y grasa. En una buena temporada se logran hasta 35 ballenas, y los taremiut emplean todas y cada una de las partes del animal. La grasa y la carne se comen crudas o hervidas, y los huesos se utilizan para formar el armazón de casas o trineos. El aceite se emplea para comer y como combustible. Los taremiut dependen de las ballenas para tantas cosas que en los años en los que los cetáceos cambiaron su migración los taremiut sufrieron inanición.

A diferencia de los nuunamiut, los taremiut ocupan aldeas permanentes y se dispersan sólo en verano; varían en cuanto a población desde 50 a 300 habitantes. Las casas son circulares, con espaciosas entradas que sirven para controlar el tiro de las corrientes de aire y también como zonas de almacén y cocina. A principios de verano, cuando terminan las actividades balleneras, los taremiut se dispersan: algunas familias van tierra adentro para cazar el caribú, otras hacia campamentos de pesca; luego los hombres retornan a las aldeas permanentes para la caza de la morsa. El verano es también la época de comercio con los nuunamiut, actividad que supone un largo viaje hasta el delta del Colville. El comercio es fundamental para la supervivencia de ambos grupos, y su preparación tiene lugar durante todo el año.

COMERCIO Y TRUEQUE

El comercio o trueque se realiza a través de relaciones formales, decisión que tiene claras ventajas, puesto que los socios tienden a colaborar en favor del otro, y se ofrecen mutuamente generosos intercambios. Sólo cuando un hombre ha completado el comercio con su socio es libre de negociar con los demás; un hombre rico puede tener hasta cinco o seis socios comerciales. En una única localidad se reúnen hasta 400-500 personas para realizar intercambios.

Como indica la tabla 6-1, el trueque complementario ofrece claras ventajas para ambos grupos. Puede asegurarse que en la región esencialmente desprovista de árboles que ocupan los nuunamiut, y dados los rigores del clima, el combustible es un recurso esencial. Mantener el calor personal gracias a la posesión de pieles apropiadas, con las que poder confeccionar parcas y muclucs (botas) es esencial para la supervivencia de los taremiut, y las pieles que se obtienen de los nuunamiut cumplen este propósito. Sin embargo, el principal factor limitante en el crecimiento de la población de los taremiut parece ser el hecho de que la estación ballenera es corta y acaece sólo en primavera.

Tanto entre los nuunamiut como entre los taremiut, compartir el alimento en una comunidad es una parte esencial del comporta-

TABLA 6-1. LISTA DE ARTÍCULOS QUE SON OBJETO DE TRUEQUE ENTRE LOS NUUNAMIUT Y LOS TAREMIUT

Nuunamiut a taremiut	Taremiut a nuunamiut
Cueros de caribú*	Aceite*
Pieles de lobo, zorro y glotón	Pieles de morsa y foca
Pieles y cuernos de oveja	Barcas de madera acabadas
Huesos para médula	Puntas de proyectil de piedra y pizarra
Tendones y piel	Bolsas de aletas de foca para el deshielo y el almacenamiento de agua
Brea para cola	Marfil y madera arrojada a la costa por el mar
Objetos de madera y piedra	

* Estos artículos son los más importantes en el trueque. Datos de Spence.

miento de supervivencia. Nadie tiene hambre antes de que todo el grupo esté hambriento, y la generosidad es la base del prestigio. Se piensa que el territorio es común a todos, y no hay un individuo o un subgrupo únicos que tenga derechos exclusivos sobre los recursos de una región. La afiliación al grupo suele estar dictada por lazos de parentesco y matrimonio. Por lo general la esposa se va a vivir con la familia del marido, pues los hombres no gustan romper los lazos con sus grupos de caza o balleneros, pero estas reglas son flexibles. Tanto entre los nuunamiut, como entre los taremiut, la jefatura individual recae en hombres, en lo referente a la caza. El cazador nuunamiut competente y rico es el organizador y el que construye las empalizadas. Entre los taremiut el capitán de una tripulación ballenera no tiene mayor autoridad que los demás miembros de la misma, pero le corresponde más cantidad de caza. Este privilegio está compensado por su obligación de proporcionar un festín para la comunidad al final de la estación ballenera.

Como consecuencia de los extensos contactos con las culturas occidentales se han producido profundos cambios en estas adaptaciones relativamente estables de los nuunamiut y de los taremiut. Los trineos automóviles han sustituido a los perros y trineos clási-

cos, y la caza se realiza con armas de fuego. Ahora es posible que cinco o seis nuunamiut exterminen una gran parte de los rebaños de caribúes. La caza se ha hecho tan fácil que ya no exige la necesidad de emplear todas las partes de los animales; sólo se conservan los bocados exquisitos. Asimismo, matan más de lo que consumen para vender el excedente en la costa.

RESUMEN

Uno de los contrastes sorprendentes entre los esquimales, anteriores al contacto con los europeos y los magdalenienses, es el hecho de que estos últimos carecían de embarcaciones, perros y trineos. En el tipo de terreno irregular que ocupaban, los trineos hubieran sido de poca utilidad, pero la supervivencia de los magdalenienses, sin transporte fluvial, es un testimonio de su intrepidez e ingeniosidad. Ciertamente, las regiones árticas del mundo no estuvieron permanentemente ocupadas hasta después de que los perros fueran domesticados y las raquetas o los trineos y las embarcaciones facilitaran el transporte sobre las extensas áreas de tundra que las cubrían durante un ciclo anual. Tanto nuestros ejemplos de la edad de piedra, como los etnográficos, dependían de un orden relativamente elevado de sofisticación tecnológica, que utilizaba muchos medios, como casas de hielo, ropas cortadas y cosidas, trampas, etc., así como máquinas simples, como arpones e impulsores de lanzas. Los recursos no ganados proporcionaban la mayor parte de la base de subsistencia para magdalenienses y esquimales, puesto que la tundra no puede alimentar poblaciones residentes de herbívoros durante todo el año. Las aves migradoras y los recursos acuáticos servían de complementos importantes de la dieta, y en el caso de los magdalenienses la adición de salmón permitió un rápido aumento de la población y el empleo de poblados, cada vez más permanentes. La tasa de desarrollo cultural se aceleró con rapidez, y es tentador pensar hasta dónde habría llegado la cultura magdaleniense si la Edad del Hielo no hubiera tocado a su fin, lo que supuso un cambio drástico del clima y la fauna. Realmente, en los magdalenienses tardíos existía un gran potencial para una elaboración cultural ulterior. Sin embargo, con

la retirada de los campos de hielo de Europa occidental, las poblaciones locales se vieron obligadas lentamente a efectuar nuevas adaptaciones a un clima templado completamente distinto.

Bibliografía

DE SONNEVILLE-BORDES, D.: *Le Paléolithique Superieur en Périgord,* Imprimeries Delmas, Bordeaux, 1960.

DE SONNEVILLE-BORDES, D.: *La Préhistoire Moderne,* Fanlac, Perigueux, 1967.

SERVICE, E. R.: *Primitive Social Organization:anevolutionary perspective,* Randon House, New York, 1962.

GAMBLE, C.: *The Palaeolithic Settlement of Europe,* Cambridge University Press, Cambridge, 1986.

CLARK, G.: *The Stone Age Hunters.* Thames & Hudson, Londres, 1967.

TYLDESLEY, J. A. & BAHN, P.: 1983. Use of plants in the European palaeolithic: a review of the evidence. *Quaternary Sci. Rev.,* 2: 53-81, 1983.

SPENCER, R. F.: The North Alaskan Eskimo: a study in Ecology and Society.

GUBSER, N. J.: *The Nuunamiut Eskimos: Hunters of the Caribou,* Yale University Press, New Haven, 1965.

VII. CAZADORES Y RECOLECTORES

EL ESTILO DE VIDA

En la primera parte de este libro hemos descrito varios grupos actuales e históricos de los llamados cazadores-recolectores. En la actualidad, los últimos de estos pueblos se ven gravemente amenazados y sobreviven sólo en número muy reducido. El mapa (fig. 7-1) muestra la localización de la mayoría de los que quedan. Como hemos visto, ninguno ha sobrevivido en las regiones templadas, y los que restan se encuentran especialmente en regiones marginales donde la agricultura no se ha desarrollado. Las principales de este tipo que están ocupadas por cazadores-recolectores son las pluviselvas tropicales, los semidesiertos de los trópicos, y el ártico. El hecho de que los grupos humanos se hayan adaptado a estos biomas en regiones que son marginales sin tecnología de los metales (aunque en la actualidad la mayoría de ellos poseen algunos bienes de hierro importados) resalta la efectividad de estas adaptaciones humanas preagrícolas y preindustriales.

LOS BOSQUIMANOS SAN Y LA SABANA

En este capítulo nos acercaremos más a la adaptación del cazador-recolector, en un intento de comprender con mayor detalle de qué modo estos pueblos han podido utilizar su ambiente con tal éxito. Al mismo tiempo, aprenderemos algo acerca de las adaptaciones ecológicas del *Homo sapiens*, en una época en la que la



Fig. 7-1. Los grupos que todavía quedan de cazadores y recolectores sobreviven en zonas que se han demostrado inadecuadas para la agricultura, y por lo tanto marginales en lo que concierne a la supervivencia humana. El hecho de que en la actualidad tales personas puedan seguir viviendo en dichas áreas se debe a su baja densidad de población, y a sus múltiples habilidades. De ahí se infiere que en las zonas más productivas, ahora dedicadas a la agricultura, su vida hubiera sido menos rigurosa. En la actualidad se hallan amenazados no por el ambiente natural, sino por sus vecinos agricultores y pastores, por gobiernos mal dirigidos y por una serie de influjos culturales occidentales destructores.

especie no se hallaba todavía en posición de efectuar cambios importantes en su ambiente.

Un examen más detallado y revelador de un grupo cazador-recolector lo efectuó una expedición de Harvard a Bostswana, donde se estudiaron pequeños grupos de los llamados bosquimanos, joisánidos o gentes san de África austral. Hoy en día sólo unos 55.000 individuos de este pueblo sobreviven en Botswana, Namibia, Angola, Zambia y la República Sudafricana (fig. 7-2c), pero en el pasado, y su número era mucho mayor. En la actualidad se cree que los san corresponden a los antiguos habitantes de gran parte de África austral y oriental y, aunque emparentados lejanamente con ellos, son biológicamente diferentes de sus vecinos, los pueblos de habla bantú, o congoides, que en la actualidad ocupan

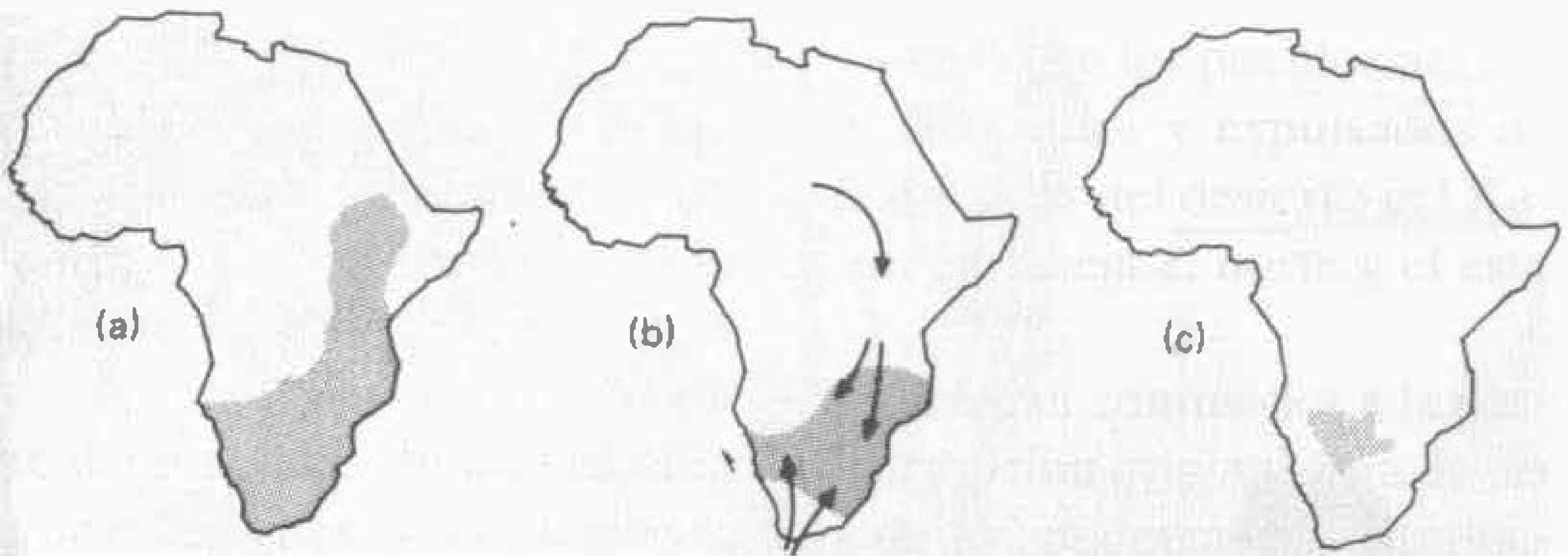


Fig. 7-2. Indicios procedentes de restos esqueléticos sugieren que los pueblos san ocuparon antaño una extensión mucho mayor en África meridional y oriental. Evidencias de tipo lingüístico apoyan la presencia de pueblos san tan al norte como Tanzania (a). En 1652, cuando los colonos holandeses llegaron a El Cabo, el territorio de los san ya se hallaba reducido frente a los pueblos congoides negros que se expandían desde el norte y el oeste (b). Hoy en día, siguiendo la expansión de los europeos, los san se hallan reducidos a un mero resto casi enteramente confinado al desierto de Kalahari en Botswana, Sudáfrica y Angola, una tierra árida que ninguno deseaba (c). Aunque sus genes sobrevivirán, la cultura san parece estar condenada.

la mayor parte de África al sur del Sahara. En contraste con los blancos, las gentes san tienen la piel amarilla, con poca grasa subcutánea (de modo que su piel se arruga), estatura reducida, dientes pequeños, pliegues oculares, epicánticos, y otros rasgos distintivos, como pelo completamente rizado (fig. 7-3). Lo más sorprendente es quizá la presencia de esteatopigia, que afecta a las mujeres: el desarrollo de extensos depósitos de grasa en nalgas y muslos. Se ha sugerido que ésta es una adaptación para proteger a las mujeres de los impedimentos ocasionales, protección que podrían necesitar durante el embarazo.

Un grupo estrechamente relacionado, el de los hotentotes, está en la actualidad casi completamente absorbido por los colonos europeos y otros, con los que se han cruzado para formar las gentes «coloreadas de El Cabo», de la provincia de El Cabo. Sin embargo, los hotentotes eran pastores tradicionales y no cazadores, al menos en tiempos históricos.

En 1652, cuando los primeros colonos holandeses al mando de Jan van Riebeeck alcanzaron la península de El Cabo, los san ocupaban la mayor parte de África austral (fig. 7-2b). En tiempos



Fig. 7-3. Las gentes san son amistosas, agradables y generosas. Varias expediciones recientes han hecho en conjunto un estudio muy detallado de la sociedad y de la ecología de los san. *(Shostak, Anthro-Photo.)*

prehistóricos (aprox. 10.000 a. C.) se cree, a partir de indicios de restos óseos, que habitaban una parte muy grande de África (fig. 7-2a), aunque su distribución exacta es insegura. Su lenguaje es muy distinto de la mayoría de los demás africanos, pues contiene varios tipos de chasquidos de lengua. Algunos de éstos persisten, en la actualidad, en el habla de pueblos que se extienden muy al norte, hasta Tanzania, y estas características concuerdan con los restos esqueléticos. En su conjunto, las pruebas históricas sugieren que durante los últimos 10.000 años los san han sido empuja-

dos hacia el África austral por la expansión de los pueblos negros de habla bantú. Finalmente, fueron diezmados y expulsados de todas las regiones, excepto las más marginales del desierto del Kalahari, por los europeos que se expandían hacia el norte y el este desde El Cabo.

A consecuencia de todo ello, los san están confinados a la parte menos productiva de su área de distribución original, una de las pocas regiones no aptas para la agricultura, ni demasiado productiva para la ganadería. El desierto del Kalahari en el que sobreviven es una región semidesértica de arena y *veld* (pradera) con una pluviosidad anual media de 100-400 mm, y los años de sequía son abundantes. La arena está parcialmente cubierta por hierba o matorral, con árboles espinosos dispersos. Si nos dirigimos hacia el norte, en la región del Kalahari, la pluviosidad aumenta hasta 800 mm por año, y el desierto pasa gradualmente a sabana arbolada. Una ojeada al mapa (fig. 2-4) muestra que, en general, las zonas de sabana de África austral y oriental fueron probablemente la patria original de estas gentes, y ciertamente se trataba de un país muy rico y productivo.

La sabana, como hemos visto, con sus extensas praderas, presenta una gran variedad de especies apacentadoras y ramoneadoras, y es posible por la naturaleza complementaria de las necesidades alimenticias de las distintas especies. El diagrama de la figura 7-5 muestra claramente cómo se distribuyen los animales de caza en una región típica de sabana, en todo el bioma, desde la pradera al lindero del bosque. Incluso en una región determinada, las distintas especies tienden a comer diferentes hierbas y gramíneas.

Investigaciones realizadas en África oriental indican que el factor único más importante a la hora de determinar la productividad de la sabana es la pluviosidad media anual y su distribución. En las regiones húmedas (1.000 mm de lluvia) la biomasa de los grandes herbívoros es diez veces superior a la de las regiones secas que sólo tienen 220 mm de lluvia (véase la tabla 7-1). Desde el punto de vista del cazador, como desde el del carnívoro, una población estable puede sobrevivir mientras la relación entre herbívoros y carnívoros se encuentre al nivel adecuado. Es típica una relación de aproximadamente un carnívoro por cada cien herbívoros, pero cambia según la especie de depredador y la de presa.



Fig. 7-4. Los san son pequeños, y su piel es de color pardoamarillo. Las mujeres se caracterizan por su tendencia a desarrollar grandes reservas de grasa en muslos y nalgas. Su cara tiene una forma peculiar y es muy bella. *(Lee, Anthro-Photo.)*

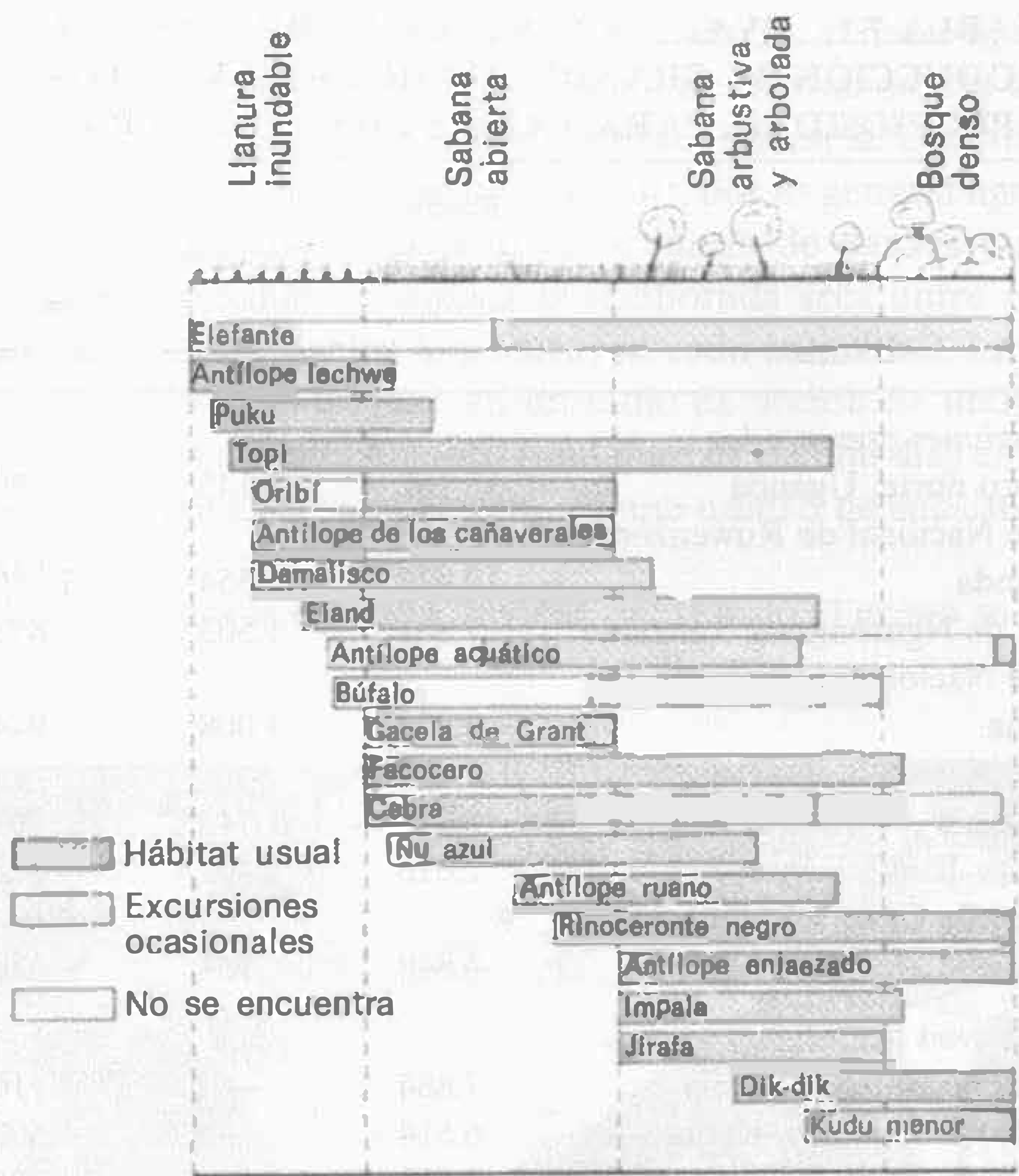


Fig. 7-5. Diferentes especies de herbívoros ocupan distintas partes de la sabana en función de la cantidad de lluvia y de su distribución a lo largo del año. La pradera es el producto de un clima con una larga estación seca que no puede soportar el crecimiento arbóreo. (Según Jewell.)

El resultado de las variaciones en la pluviosidad y la productividad para el cazador humano es doble: en primer lugar, variará la densidad de la población humana de la región, y en segundo lugar cambiará la distancia media precisa para encontrar una pieza de caza adecuada. Es por esta razón por la que los san permanecen, y que ahora vivan en una región de pluviosidad muy baja (125-800 mm); todavía llevan una existencia razonablemente buena al cazar en una extensa región, mientras existan piezas en ella. En aquellos lugares en los que la caza migra y huye como conse-

TABLA 7-1. EVALUACIONES DE LA BIOMASA Y LA PRODUCCIÓN DE GRANDES MAMÍFEROS, Y DATOS DE PLUVIOSIDAD, PARA VARIAS ZONAS DE ÁFRICA

Localidad	Biomasa de grandes herbívoros, kg/m²	Producción, kg/km²/año (peso fresco)	Precipitación anual (mm)
A) *Regiones preservadas*			
Bunyoro norte, Uganda	13.261	1.145	1.150
Parque Nacional de Ruwenzori, Uganda	19.928	2.554	1.010
Cráter de Ngorongoro, Tanzania	7.561	1.503	893
Parque Nacional de Nairobi, Kenia	4.824	1.008	844
Parque Nacional de Serengeti, Tanzania	8.352	1.743	803
Samburu-Isiolo, Kenia	2.018	402	375
Reserva de Caza de Amboseli, Kenia	4.848	934	350
B) *Regiones ganaderas*			
Distrito de Kaputei, Kenia	7.884	—	710
Distrito de Samburu, Kenia	6.514	—	500
Distrito de Garissa, Kenia	3.818	—	398
Distrito de Turkana, Kenia	2.406	—	330
Distrito de Mandera, Kenia	1.901	—	228
Distrito de Wajir, Kenia	1.151	—	218

Según Coe y cols., 1976, e informes del gobierno de Kenia.

cuencia de una sequía, los hombres pueden encontrar muy difícil sobrevivir, a menos que ellos también emigren.

LA ORGANIZACIÓN SOCIAL DE LOS SAN

Durante la mayoría del año los san viven en campamentos alrededor de una poza o charco permanente. En el curso de la estación seca, el invierno, toda la población se agrupa alrededor de

estos charcos, entre diez y cuarenta por cada poza. Estas agrupaciones están compuestas por una familia de hermanos, sus esposas, y sus hermanos y esposas, junto a todos sus hijos. Construyen chozas hechas de ramas y hierba (fig. 7-6), por lo general agrupadas alrededor de una zona central, escenario de danzas y ritos. Viven en estos campamentos de la temporada seca entre tres y cinco meses por año, y los reconstruyen cada anualidad. La caza y la recolección se enmarcan en un radio de acción de unos seis kilómetros en cada campamento (una marcha de una día) en condiciones normales. El campamento es una unidad de subsistencia autosuficiente.

Mientras dura la estación lluviosa del verano el grupo se aleja



Fig. 7-6. Probablemente las chozas y el estilo de vida de los san han cambiado muy poco en el decurso de cientos de miles de años. *(Lee, Anthro-Photo.)*

de las pozas permanentes para explotar los recursos que rodean las fuentes y charcas temporales, que aparecen dispersas por la región. En este período, los alimentos vegetales son más variados y más fáciles de encontrar. Se establecen acampadas temporales. Después de un día de caza y recolección cada tarde se juntan las provisiones y se reparten entre los miembros del grupo. Se insiste mucho en el reparto de comida entre sus integrantes, pero el trueque con otros grupos es raro: cada uno es autosuficiente en la práctica.

En cambio, hay mucha relación de personas de diversos grupos, y asiduas visitas entre campamentos. El trato es amistoso, y la gente viaja con frecuencia de un grupo a otro, ya sea debido a matrimonio o en busca de una región más productiva. En la práctica su composición cambia de una semana a otra por los continuos viajes. Las estrechas relaciones entre grupos son muy importantes, porque funcionan como un seguro en tiempos de sequía y de carencia de comida, por raros que éstos sean. Las regiones de caza no están acotadas no son defendidas: al mantener buenas relaciones con sus vecinos, cada grupo tiene acceso a una zona muy grande (quizá diez veces su territorio normal) que le permite sobrevivir en los años ocasionales de grave sequía.

Las pozas permanentes, esenciales durante unos cuantos meses cada año, también pueden compartirse si, como resultado de una sequía, hay menos de las habituales. El charco permanente es un recurso clave para los san, y probablemente es su recurso limitante. La capacidad de los grupos para compartir pozas sin ruptura social en épocas de extrema sequía es netamente esencial para su supervivencia.

En determinadas partes de su área de distribución, los san comparten la tierra con pastores negros congoides (tsuana y hereros), que viven en aldeas dispersas. Aunque su ganado participa de la productividad de la región con los seres humanos y los animales salvajes, no parece tener un efecto significativo sobre la adaptación san que estamos describiendo, ni sobre su densidad. Se debe, probablemente, a que la presencia de ganado no altera de forma importante la extensión del recurso limitante: el agua perenne. Las relaciones entre los distintos grupos son cordiales.

RECURSOS ALIMENTARIOS DE LOS SAN

El comer carne fresca, aunque ha sido un valioso factor en la evolución humana, no es la parte más importante de la comida de la mayoría de pueblos cazadores-recolectores. El grupo de san, que Lee ha estudiado en detalle (los llamados !kung), consumía una dieta de la que el 33% de contenido calórico sí procedía de carne y el 67% restante de alimento vegetal. El consumo diario medio era de 2.140 kilocalorías y de 93 gramos de proteína por persona. La asignación diaria recomendada por el gobierno de los Estados Unidos para personas del tamaño, estatura y actividad vigorosa de los san es aproximadamente de 1.975 kcal y de 60 g de proteína. Sobre esta base parece que el consumo de alimento por parte de los san sobrepasa esta asignación recomendada en 165 kcal y 33 g de proteína.

La nuez de mongongo o mangeti, como se la denomina a veces *(Ricinodendron rantanenii)*, es común en la región en la que se hizo el estudio; sus gajos se desarrollan en el interior de un fruto comestible producido por un árbol resistente a la sequía. El consumo diario medio de estas nueces significa el 50% de la dieta vegetal en peso, y cada año se recolectan y se comen miles de kilos de ellas. Otras miles de nueces se pudren en el suelo, al no ser recogidas. La nuez es un alimento notable porque contiene cinco veces las calorías y diez veces la proteína de igual cantidad de cereales cocidos. El consumo medio diario por persona de 300 nueces (que pesan sólo 212 gramos) proporciona 1.260 kcal y 56 g de proteína. Debido a la dura cáscara exterior, la semilla está protegida de pudrirse en el suelo, y pueden recolectarse buenas nueces durante todo el año. Una dieta como ésta es mucho más segura que otra basada en vegetales y cereales que se cultivan estacionalmente.

Además de la nutritiva nuez del mongongo, los san recolectan, asimismo, alrededor de 100 especies de raíces y bulbos. Esta gran variedad les permite muchas alternativas en la elección de un plan de subsistencia. Durante los meses estivales, cuando las lluvias llegan, cuentan con un surtido de vegetales y frutos más gustosos, que son fáciles de recolectar. Durante la estación seca la dieta

cambia necesariamente, porque la gente ha de buscar raíces, bulbos y resinas comestibles. Los vegetales menos agradables y raramente usados, proporcionan una reserva nutritiva al final de la estación seca, cuando el acceso de calorías decrece, de modo que siempre existe un margen de seguridad. Investigaciones recientes no mostraron señales de deficiencias cualitativas de nutrición entre los san: no había síntomas de kwashiorkor, que es un indicativo común de carencia proteínica entre los pueblos agrícolas africanos, en los que raíces, tubérculos o plátanos proporcionan el principal ingreso de carbohidratos.

La recolección de alimentos vegetales, que constituyen el 60-80% de la dieta total en peso, la realizan las mujeres (fig. 7-7), tarea equivalente a dos o tres días a la semana. Los hombres, que cazan animales medianos y pequeños con arcos y flechas emponzoñadas (fig. 7-8), también capturan pequeños animales y recolectan plantas; durante un tiempo equivalente a dos o tres días por semana abandonan el campamento, y todo el grupo pasa en dicho lugar unos cuatro o cinco días, conversando, cantando, bailando y, en general, descansando.

Por lo tanto, resulta que estas gentes llevan una vida sorprendentemente ociosa y poseen una dieta muy buena y muy diversa. Raramente hay en el campamento más comida que para dos o tres días, y no necesitan angustiarse por el mañana. Los recursos alimentarios son abundantes y seguros. Aunque la caza puede ser un negocio arriesgado, porque los cazadores suelen regresar de una larga jornada con las manos vacías, la recompensa es grande en términos del valor de la carne. En cambio, la recolección representa una empresa de poco riesgo y elevados beneficios; el alimento vegetal es seguro y se encuentra con facilidad. En resumen, estos san de la región de Dobe en el Kalahari septentrional comen tanto alimento vegetal como necesitan, y tanta carne como se cuidan de capturar. La gente vive hasta una edad avanzada (son individuos con una marcada personalidad longeva), con pocos síntomas de ansiedad o inseguridad. Continúan estando bien alimentados cuando los pastores que comparten el mismo ambiente se ven sometidos a graves carestías.

Es seguro que algunos grupos san, en la región más meridional del desierto del Kalahari, sufren mayores períodos de carencia



Fig. 7-7. Las mujeres se ocupan de la recolección de frutos, nueces y raíces comestibles, así como de otros alimentos de reducido tamaño, como huevos e insectos. Éstos son los alimentos básicos de los san. *(M. Shostak, Anthro-Photo.)*

que las gentes estudiadas por Lee. El resultado de una menor productividad en general obligaría a que la gente se alejara más del campamento para obtener los recursos que necesitara. Por tanto, cubrirían un mayor territorio durante sus actividades anuales, y su



Fig. 7-8. En todas las sociedades de cazadores-recolectores la caza está reservada a los hombres. Es una ocupación más difícil y arriesgada que la recolección, pero genera un alimento muy apreciado, lo que confiere un estatus especial a las proezas de caza y a la masculinidad en general. La división del trabajo es universal y de fácil acomodo. *(DeVore, Anthro-Photo.)*

densidad sería menor. Esta densidad parece variar desde 0,04 a 0,2 personas por kilómetro cuadrado en las regiones ocupadas por los san.

EL FUTURO DE LOS CAZADORES-RECOLECTORES

A pesar de los aparentes atractivos del estilo de vida cazador-recolector, los san están cambiando hoy día hacia otros horizontes. A finales del siglo pasado quizás un 60% de ellos eran cazadores-recolectores; en la actualidad se cree que menos del 5% sigue el estilo de vida tradicional. En Botswana, las familias san trabajan en granjas ganaderas, y también han establecido sus propias comunidades basadas en la agricultura, y han abandonado la caza. En las regiones más remotas, hombres solteros trabajan intermitentemente para los ganaderos locales tsuana y herero a cambio de la manutención y una cabra o asno.

El comercio con tribus vecinas (en este caso pastoralistas locales), o el realizar trabajos para ellas puede ser, en realidad, una costumbre antigua, y puede remontarse a algunos miles de años, hasta el inicio de la domesticación animal y de la agricultura. Hemos visto que el comercio es un factor en las adaptaciones de la mayoría de los pueblos que hemos descrito: los pigmeos de la selva, los hadza, los iroqueses y los esquimales. Sin embargo, mucho más devastadora que esta situación es la pérdida de sus tierras tradicionales, que se están convirtiendo en granjas de feudo franco, con el resultado de que ahora son cazadores furtivos y ocupantes ilegales de tierras donde han vivido durante siglos.

Aunque hubo campañas sistemáticas de exterminación de los san durante la primera parte del último siglo en Sudáfrica, el proceso que más daño ha causado ha sido esta apropiación continua de su tierra por ganaderos y agricultores, tanto europeos como africanos. La tierra es la base esencial para el estilo de vida cazador-recolector, y al irla perdiendo, su estilo de vida tradicional se ve cada vez más amenazado. Incluso en regiones que en otros aspectos no se han visto perturbadas, las fronteras nacionales se trazaron sin tener en cuenta a los pueblos que viven en la zona (fig. 7-9).

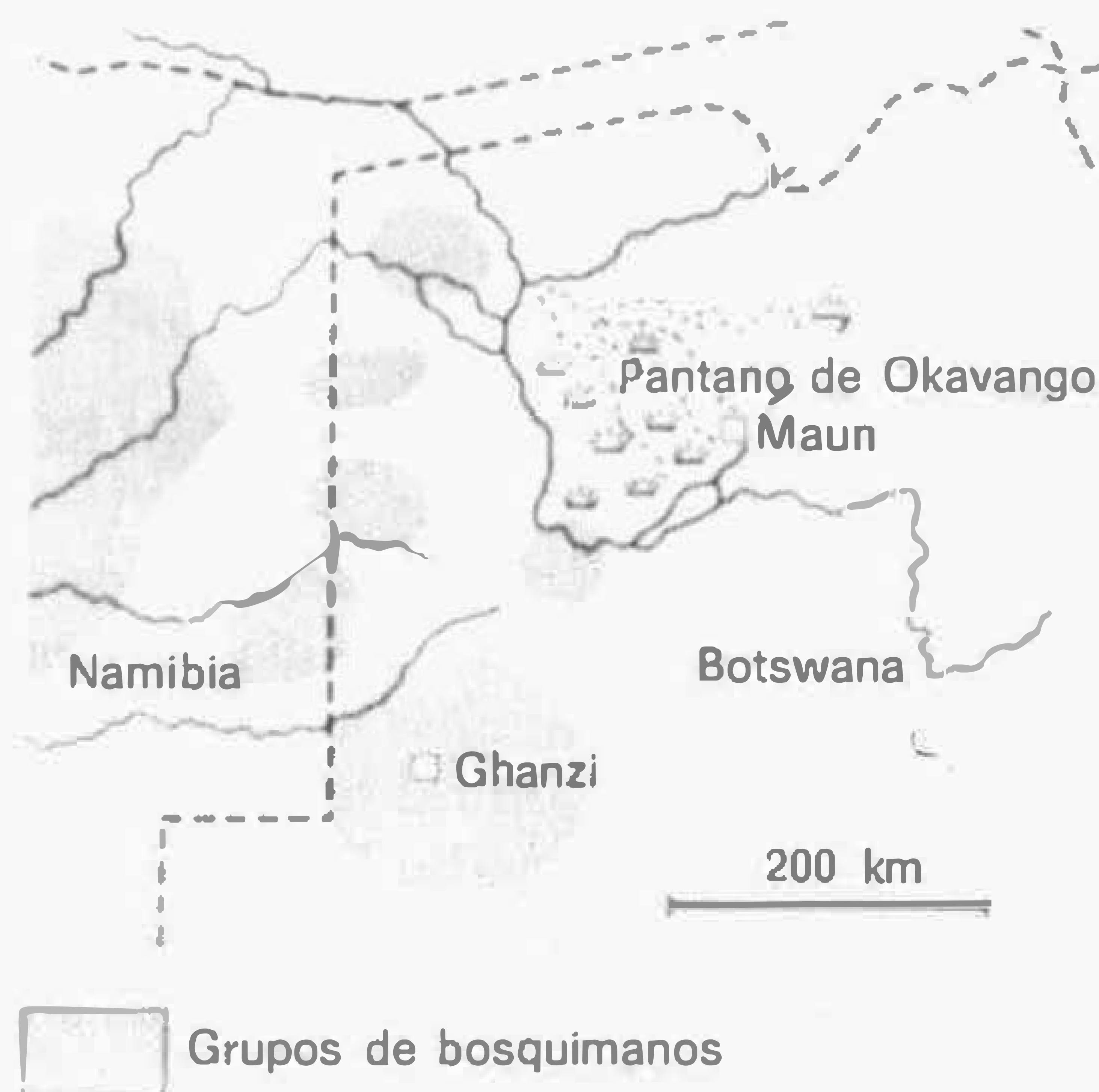


Fig. 7-9. Las fronteras internacionales, en la mayoría de países subdesarrollados, fueron trazadas en distantes palacios de europeos que nada sabían de la geografía o de la demografía de la región. La frontera entre Namibia y Botswana es una línea en un mapa con el resultado de cercenar las patrias de varios grupos de san; no obstante, se les permite atravesar el alambre espinoso en determinados puntos.

Investigaciones recientes en los restantes grupos de cazadores y recolectores, como los hadza (capítulo III), han demostrado que los san son bastante típicos de estos pueblos, ya muy reducidos en número. Lee examinó cincuenta y ocho de tales sociedades, y demostró que los alimentos cazados (mamíferos terrestres y marinos) constituían *por lo general* entre el 20% y el 45% de la dieta, y el alimento recolectado (productos silvestres, pequeños mamíferos terrestres y peces y mariscos), el resto. Sin embargo, en las latitudes septentrionales, la pesca es extremadamente decisiva (capítulo IV). La tabla 7-2 indica los alimentos más importantes que emplean los san. La tabla 7-3 muestra la fuente de subsistencia primaria para el total de las cincuenta y ocho sociedades de Lee. Las escasas sociedades en las que la caza predominaba eran las de las regiones ártica y templadas septentrionales, donde,

TABLA 7-2. LOS ALIMENTOS MÁS IMPORTANTES UTILIZADOS POR LOS SAN

Plantas	Animales
100 especies comestibles, entre las cuales figuran:	*54 especies comestibles,* entre las cuales figuran:
mongongo	jabalí verrugoso
baobab	kudu
ciruelas agrias	duiquer
nueces de marula	raficero
melones	órix de El Cabo
raíces	ñu azul
	liebre saltadora
	pintadas
	puercoespín
	tortuga leopardo
	cerdo hormiguero
	francolín
	avutarda
	liebre
	pitón de Saba
	hormigas voladoras

Según Lee y DeVore.

TABLA 7-3. FUENTE DE SUBSISTENCIA PRIMARIA, SEGÚN LA LATITUD, DE 58 SOCIEDADES DE CAZADORES-RECOLECTORES

Grados desde el ecuador	Fuente primaria de subsistencia			
	Recolección	Caza	Pesca	Total
Más de 60°	—	6	2	8
50-59°	—	1	9	10
40-49°	4	3	5	12
30-39°	9	—	—	9
20-29°	7	—	1	8
10-19°	5	—	1	6
0-9°	4	1	—	5
Mundial	29	11	18	58

Según Lee.

como hemos visto (capítulo VI), los alimentos vegetales son insuficientes. Un resultado de estos estudios comparativos ha demostrado la flexibilidad de la organización social de los cazadores-recolectores. Allí donde los recursos alimentarios se encuentran muy esparcidos, son escasos e insuficientes, los grupos humanos han de ser reducidos, hallarse muy dispersados. Por el contrario, donde existen grandes rebaños de animales de caza, y los alimentos vegetales abundan, pueden reunirse mayores grupos de personas y se reduce la movilidad. Los cambios en el ambiente son rápidamente seguidos por los del tamaño del grupo, y tales cambios suelen ser de naturaleza estacional. Entre los cazadores (ahora extinguidos) de las Grandes Llanuras del Oeste americano, la gente se reunía durante el verano en grandes agrupaciones para cazar el bisonte, que por aquella época vagaba en aquel lugar en grandes rebaños. En invierno, el bisonte se dispersaba ampliamente y los cazadores hacían lo mismo. El movimiento fácil entre los grupos san permite un rápido ajuste de su tamaño según los cambios de productividad de las diferentes regiones de una estación a otra.

Uno de los problemas más importantes que recientemente ha surgido en el estudio de la prehistoria humana se refiere a la naturaleza y función del territorialismo. Las investigaciones entre los san indican que no existe una verdadera propiedad de la tierra, mientras que hay una actitud pasiva frente a la utilización de ella por parte de grupos vecinos. No obstante, en muchos pueblos, como los aborígenes australianos, los grupos locales poseen un derecho consuetudinario a cazar y recolectar en ciertas zonas que claramente reconocen y deslindan. Es difícil generalizar, pero parece como si la competencia por los recursos desencadenara un reconocimiento y demarcación del territorio y su identidad con el que allí vive. Donde se ha registrado, la rivalidad creciente es por lo general el resultado de una reducción en la disponibilidad de alimento en la zona, o bien consecuencia de un aumento en la densidad de población. El territorialismo se convierte en un factor fundamental de la adaptación humana con el desarrollo del pastoralismo y en especial de la agricultura, que requiere grandes entradas de energía en una superficie limitada de tierra.

Debido a que en la actualidad muchos de los cazadores-recolectores que quedan subsisten en lo que podríamos llamar regiones

marginales, parece razonable concluir que en el pasado llevaban, en general, una vida más fácil que en la actualidad. Es sin duda cierto para los hadza y los san. Sabemos que nuestros antepasados *(Homo)* sobrevivieron como cazadores y recolectores por lo menos durante dos millones de años, y el hecho de que hoy podamos hablar de ello indica que fue una adaptación con un éxito completo.

Parece claro que la imagen hobbista, según la cual los seres humanos primitivos llevaban una vida «solitaria, pobre, desagradable, bestial y corta» (idea que sostenían muchos antropólogos del siglo XIX, e incluso algunos del siglo XX), no responde en absoluto a una descripción exacta del estilo de vida del cazador-recolector. En realidad, como veremos, existen razones de peso para creer que en la actualidad la moderna vida humana muestra, por término medio, muy pocas mejoras respecto de la de nuestros primitivos antepasados. Ciertamente, dicho estilo de los cazadores-recolectores permite un grado de ocio que no puede ser igualado en Occidente excepto por las clases altas, y su salud y longevidad son casi comparables con las nuestras.

El libro de Marjorie Shostak *Nisa, the Life and Words of a !Kung Woman*, nos permite algún atisbo de su mundo.

Es importante destacar aquellos aspectos en los que los modernos cazadores-recolectores. En primer lugar, los cazadores y recolectores modernos tienen (por ejemplo) bienes materiales tales como arcos y flechas, puntas de acero, venenos neurotóxicos (aunque el uso de estos últimos puede ser muy antiguo), cerillas, cuchillos de metal, cacerolas de cocina y, desde la llegada de la agricultura, vecinos con los que comerciar.

En los tiempos prehistóricos, antes de la importantísima invención del arco, los cazadores se basaban en venablos con puntas de madera o de piedra, una capacidad limitada para encender fuego y una limitadísima oportunidad para comerciar. No debe suponerse que la adaptación de los actuales cazadores-recolectores sea un «fósil viviente» de una adaptación primitiva, sino un desarrollo de la misma. No obstante, los cazadores y recolectores modernos nos permiten ciertamente un atisbo inapreciable a la más duradera y más antigua adaptación de *Homo*.

Los cazadores-recolectores que quedan se ven hoy en día gra-

vemente amenazados por la invasión de la agricultura y la ganadería, y esto es algo que debería preocuparnos profundamente a todos. Su desaparición puede significar no sólo la pérdida de tribus enteras, con su herencia genética y cultural únicas, sino también la de una imagen de nuestro propio pasado, que ha hecho más que cualquier otra fase histórica o prehistórica para lograr de nosotros el tipo de seres que somos en la actualidad.

Bibliografía

LEE, R. B.: What Hunters do for a Living, or, How to Made Out on Scarce Resources. En *Man the Hunter,* R. B. Lee y I. DeVore, eds., Aldine, 30-48, Chicago, 1968.

LEE, R. B. y DEVORE, I. (eds.): *Kalahari Hunter-Gatherers: Studies of the !Kung San and their Neighbours*, Harvard University Press, Cambridge, 1976.

TOBIAS, P. V. (ed.): *The Bushmen: San Hunters and Herders of Southern Africa*, Human & Rousseau, Cape Town, 1978.

JEWELL, P. A.: Ecology and Management of Game Animals and Domestic Livestok in African Savannas. En *Human Ecology and Savanna Environments*, D. R. Harris, ed., Academic Press, 353-81. London, 1980.

OLIVER, S. C.: Ecology and Cultural Continuity as contributing factors in the Social Organization of the Plains Indians. *Univ. Calif. Publ. in American Archaecology and Ethnology* 48 (1): 1-90, 1962.

SHOSTAK, MARJORIE: *Nisa: The Life and Words of a !Kung Woman*. Harvard University Press, Cambridge, 1981.

VIII. PASTORALISMO

«¡Ay de los pastores de Israel...! ¿No os bastaba a vosotros apacentaros en lo mejor de los pastos, sino que pisoteabais además con vuestras pezuñas el resto?»

Ezequiel 34:2, 18

PRODUCTIVIDAD CANALIZADA

En los capítulos precedentes hemos comentado una selección de adaptaciones humanas a distintos biomas, e intentado establecer el lugar de los seres humanos en los diferentes sistemas estudiados. Se ha visto que, en la mayoría de estos ejemplos, los seres humanos eran el conjunto de un sistema relativamente estable, y aparentemente vivían dentro de los límites fijados por el suministro de alimento. Naturalmente, un ecosistema equilibrado nunca es estático, sino que siempre se está ajustando a cambios en uno o más de sus componentes y en sus interrelaciones. El sistema debe su supervivencia a este dinamismo funcional, que le permite mantener el equilibrio frente a los cambios climáticos y de otro tipo.

Los ecosistemas no perturbados se caracterizan por un espectro típico de vida vegetal y animal, que adopta una forma totalmente distinta en cada bioma, y que puede demostrarse que es el estado de equilibrio alcanzado bajo una determinado conjunto de condiciones climáticas. Cuando un ecosistema evoluciona hacia un tal «clímax» aumenta su diversidad específica, y la estabilidad final es un reflejo de la diferencia que se ha conseguido. Diversi-



Fig. 8-1. Se cree que el pastoreo se originó en Oriente Medio, pero parece haberse extendido muy rápidamente. Por ello la zona exacta de origen es todavía algo dudosa.

dad y estabilidad parecen ser características correlacionadas, de modo que pequeños cambios que acontezcan en los componentes de un ecosistema diverso tienen menos probabilidades de alterarlo de una manera fundamental.

Como hemos visto, la aparición de seres humanos, como cazadores y recolectores, en un ecosistema ya existente es un factor al que por lo general dicho ecosistema puede ajustarse. Los hombres tienden a aprovechar su productividad mediante una dieta diversa, y proceden con el sistema de una manera muy compleja, al igual que lo hacen los otros millares de componentes que lo constituyen. Sólo en tiempos recientes, según concepto geológico, desde la aparición de la agricultura y de la cría de animales domésticos, la humanidad ha alterado y simplificado los ecosistemas de una manera básica. Con este desarrollo de la evolución cultural nuestra eficacia sobre el entorno ha sido fundamental, extensa y, con frecuencia, destructiva.

La agricultura y la ganadería constituyen la cría y protección controladas de plantas y animales alimenticios seleccionados a expensas de las formas silvestres. El resultado total es una reducción en la diversidad: en la práctica agrícola moderna puede desembocar, eventualmente, al cultivo de una sola especie en amplias extensiones de terreno (monocultivo). Es evidente que si la energía de un ecosistema puede canalizarse tan sólo a través de animales y plantas alimenticios nos encontramos en una situación de extraer casi toda la producción de la zona que estamos cultivando. La productividad total puede ser reducida como resultado de la selección de un pequeño número de especies, pero la cantidad disponible para el consumo humano por lo general aumenta mucho. Las técnicas agrícolas más modernas dependen no sólo del cultivo de muy pocas especies, sino de la eliminación sistemática de los factores limitantes, que pueden ser nutrientes del suelo o agua. La agricultura más primitiva se desarrolla, más o menos, dentro de los factores limitantes existentes. Ambos tipos de agricultura pueden conducir a una permanente alteración de la naturaleza del suelo (en especial de su contenido orgánico y mineral) o a su pérdida parcial o total. Estos cambios edáficos suelen ser irreversibles y la erosión resultante por el viento o por el agua puede provocar la degradación de todo el ecosistema hasta producir un desierto improductivo.

El suelo es uno de los componentes de los ecosistemas del mundo que, en muchas regiones del globo, es un recurso limitado y en realidad insustituible. Y es el resultado del efecto constante del clima y la vegetación sobre las rocas de la corteza terrestre a lo largo de períodos de cientos e incluso miles de años. Pero con frecuencia, la erosión puede destruirlo en unos pocos meses. En nuestra revisión de las actividades agrícolas, observaremos detenidamente este efecto sobre los suelos del mundo, pues el factor edáfico, frecuentemente inestable, es el componente más fundamental de cualquier ecosistema. En las páginas que siguen examinaremos el lugar del pastoralismo y de la ganadería en la ecología humana, y su efecto sobre el suelo que los soporta.



Fig. 8-2. Los lapones ocupan una extensa región de tierras montañosas en el ártico de Escandinavia septentrional.

PASTORALISMO Y GANADERÍA

Un estilo de vida que parece hallarse a medio camino entre el del cazador y el del pastor es la *trashumancia*. Ya hemos visto una versión de ella en los tunguses de Siberia. Actualmente se encuentra también en los lapones de Escandinavia septentrional. Estos pueblos todavía siguen a los rebaños de renos migradores al igual que nuestros antepasados pudieron hacerlo durante las fases finales de la última edad del hielo. En la actualidad hay en esta región (fig. 8-2) unos 300.000 renos y aproximadamente 30.000 personas. Cuando los rebaños emigran, atravesando las montañas desde un pasto de líquenes a otro, los lapones van con ellos; no regulan las migraciones de los animales, simplemente las siguen (fig. 8-3). No hay control sobre la reproducción u otras actividades importantes del reno salvaje.

Sin embargo, capturan y domestican unos pocos animales; algunos machos son castrados y se les utiliza como bestias de tiro.



Fig. 8-3. La relación del lapón con el reno es íntima, pero los animales están sólo parcialmente domesticados. El rebaño constituye el principal recurso para la tecnología lapona, tanto en lo que se refiere a alimento como a materias primas. En esta fotografía, un pequeño rebaño cruzando un glaciar en el norte de Suecia. *(Frank Lane Agency.)*

Pero es el rebaño salvaje el que constituye el principal recurso alimentario de los lapones. Esta gente depende enteramente de él para la carne y la leche, y para los subproductos como pieles, cueros, huesos y astas. Cada lapón come 400 gramos de carne al día, lo que constituye la parte principal de su dieta. Sin embargo, probablemente la peculiaridad más esencial que caracteriza a todos los pastores, y los separa de los cazadores, es la utilización de la leche. Ésta es una forma de extraer alimento de los animales sin sacrificarlos.

El término trashumancia se ha empleado, asimismo, en un sentido más amplio, para describir una forma de ganadería, a la que a



Fig. 8-4. El ordeño de los mamíferos herbívoros representa un avance extraordinario en la obtención de recursos, puesto que produce grasas y proteínas animales para los pastores sin que éstos tengan que sacrificar a los miembros de su rebaño. Es una manera eficiente e ingeniosa de explotar a los mamíferos. *(Finnish Embassy.)*

veces se ha denominado «nomadismo», y que supone las migraciones regulares de ganado doméstico y de sus propietarios por valles resguardados en invierno y pastos de montaña en verano. Pastores de este tipo se encuentran en muchas partes del mundo: en cualesquiera lugares en los que haya montañas o pastos de tierras altas demasiado fríos para ser ingeridos excepto en verano. Es evidente que ésta es una manera muy eficaz de explotar la productividad de

regiones que son inhabitables e improductivas durante parte del año. Probablemente evolucionó a partir de la forma de trashumancia, mucho más simple, que hemos descrito para los lapones.

La verdadera ganadería supone la *domesticación* de variados tipos de ganado, desde renos a llamas. Los animales domésticos más importantes son el ganado bovino, camellos, ovejas, cabras, caballos, asnos y renos en el Viejo Mundo, y llamas y alpacas en Sudamérica. Aunque la ganadería estuviera firmemente establecida durante milenios en las regiones áridas del Viejo Mundo, desde Manchuria a Marruecos, no hubo un desarrollo ganadero independiente en el Nuevo Mundo; allí fue introducida por los europeos.

En las condiciones de la domesticación, es decir, con el ganado protegido de la depredación, los animales se hallan en una situación fuertemente competitiva con los herbívoros salvajes, con los que comparten el hábitat. Mientras los rebaños domésticos se vean sometidos regularmente a entresaca, de modo que su número se limite de esta manera, así como por las enfermedades, los rebaños y sus dueños no perturbarán de una forma fundamental el equilibrio entre productores y consumidores. Así, aunque sea canalizado a través de la población humana, el flujo de energía que atraviesa el ecosistema no ha sido gravemente alterado, aunque la diversidad de la fauna se haya reducido.

LOS MASAI

En las praderas tropicales y templadas la producción primaria de los pastos suele estar limitada, como hemos visto, por variaciones en la pluviosidad y la temperatura, respectivamente, y la migración anual es una característica típica del comportamiento de los herbívoros salvajes y de sus depredadores carnívoros. Estas migraciones a pequeña escala (que difícilmente podrían calificarse de trashumancia) las practican también los pastores, y en las praderas tropicales el punto extremo en la producción estacional puede reconocerse, por lo general, al final de la estación seca, cuando los animales salvajes y los domésticos convergen en unas pocas pozas o ríos permanentes.

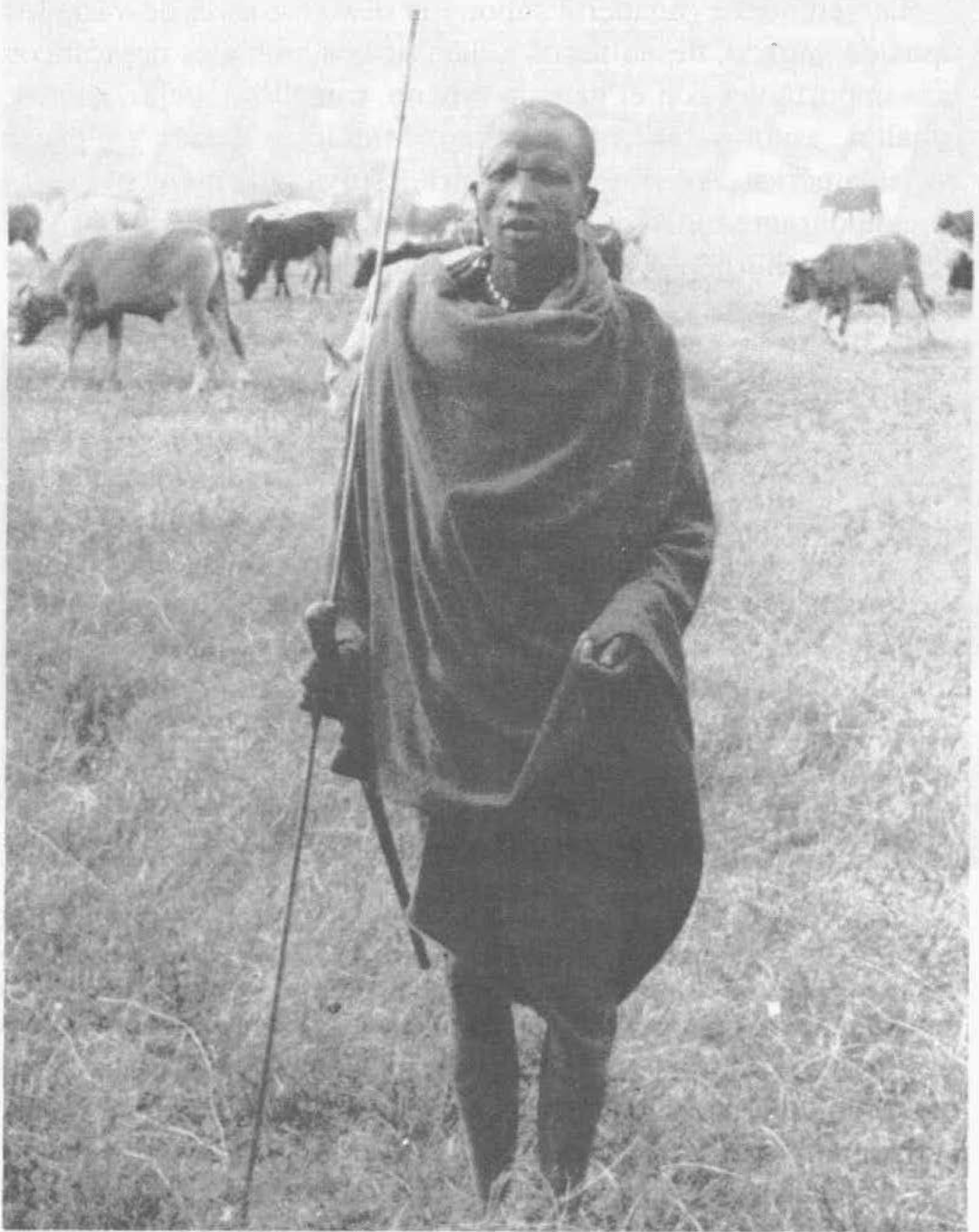


Fig. 8-5. Los masai de África oriental han llevado la ganadería a su nivel más eficiente. Estas gentes no sólo conducen rebaños de varias especies distintas (que en conjunto explotan de manera muy efectiva la vegetación de la sabana), sino que de sus animales extraen sangre, además de leche. De este modo pueden mantener e incluso aumentar el tamaño de sus rebaños, al tiempo que explotan de esta manera notable su valor alimentario. *(DeVore, Anthro-Photo.)*

Uno de los ejemplos más informativos y mejor estudiados de nomadismo ganadero y sus efectos ecológicos es el de los masai de África oriental. Estas gentes son africanos negros, altos y delgados, que viven en las sabanas herbáceas de baja pluviosidad de Kenia y Tanzania, cerca del desfiladero de Olduvai, y junto a la región ocupada por los hazda (capítulo III; fig. 8-6). Aquí la lluvia oscila entre 200 y 600 mm por año, pero se halla limitada a dos estaciones. Dos secas, una de las cuales dura cinco meses, reducen seriamente la productividad de la hierba, y con ella la capacidad límite de la sabana. Los masai y sus rebaños siguen tradicionalmente las migraciones estacionales de los animales salvajes, que se extienden por las amplias llanuras durante la estación húmeda y se reúnen en las pozas al final de los períodos secos. Esta migración estacional significa que los animales se dispersan sobre una superficie de sabana extremadamente grande. Los masai ocupan una superficie de unos 90.000 kilómetros cuadrados, con una densidad de aproximadamente 1,3 individuos por kilómetro cuadrado (fig. 8-6).[1]

La capacidad límite de la sabana para el ganado doméstico parece ser aproximadamente similar a las cifras que poseemos para la biomasa de grandes mamíferos salvajes, y que van desde los 11.000 kg/km^2 en las regiones más húmedas, hasta los 3.800 kg/km^2 en las más secas. (En regiones más áridas, como las que bordean el Sahara, por ejemplo, la capacidad límite puede ser de sólo 1.500 kg/km^2.) Para decirlo de otro modo, la capacidad varía desde una unidad animal por 2 hectáreas con una pluviosidad de 1.000 mm a una unidad animal por 20 hectáreas con una pluviosidad de 200 mm. (Una granja inglesa bien administrada puede soportar hasta 2 unidades animales por hectárea, y más si al suelo se añaden abonos para las plantas.)

Los masai se han adaptado a su ambiente de sabana seca de una manera notable.[2] Su método de obtener alimento del rebaño

1. El censo de 1960 reveló la existencia de unos 117.000 masai, 970.000 cabezas de ganado bovino, 660.000 de ganado ovino, y un número no determinado de asnos. La tasa de pastoreo efectiva es de 1 unidad animal por 2,3 hectáreas. Una unidad animal es una vaca o caballo, o bien 5 ovejas o cabras.

2. Una parte de los masai que viven en las regiones más húmedas han adoptado la agricultura; en la descripción que sigue sólo consideramos a los que todavía practican únicamente la ganadería.

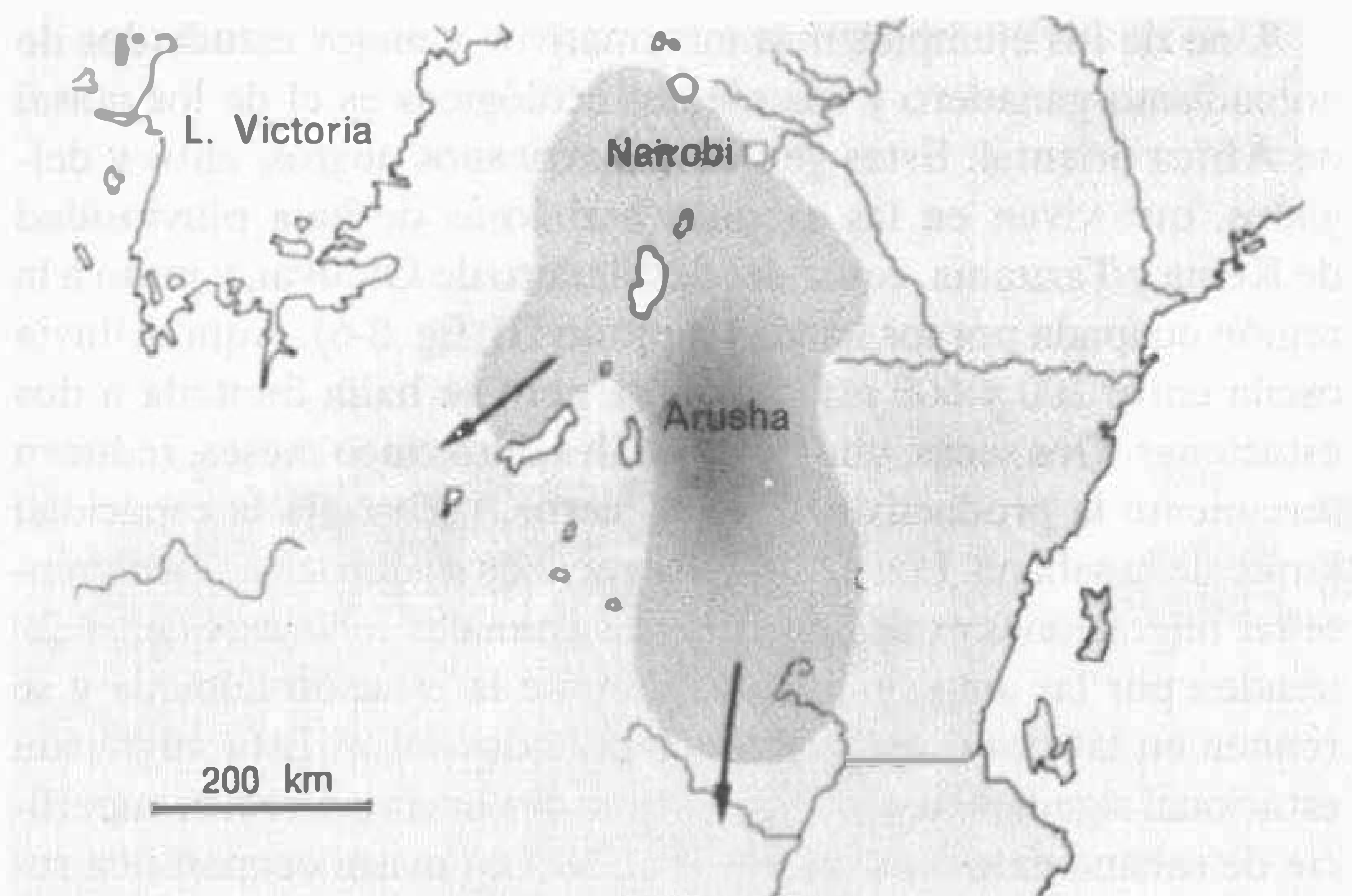


Fig. 8-6. Se cree que los masai se extendieron hacia el sur desde el Sudán y partes noroccidentales de Kenia en tiempos relativamente recientes. Compiten directamente con la rica y variada fauna de la sabana, al tiempo que desestabilizan el ecosistema. En consecuencia, la supervivencia de la fauna de mamíferos salvajes se ve seriamente amenazada.

se ha modificado radicalmente del de los cazadores: además de sacrificar al ganado, lo que por lo general se limita sólo a ocasiones rituales y a celebraciones especiales, no solamente lo ordeñan, sino que también lo sangran por una vena en el cuello. Además, recolectan frutos y hortalizas silvestres cuando están en sazón. En la práctica pueden vivir casi por entero de productos animales y de plantas locales, que en conjunto constituyen su dieta habitual. Hoy en día compran maíz, pero no dependen del suministro de alimentos vegetales importados, incluso en las regiones muy secas en las que viven algunas de las tribus. Al igual que los san, son gente bien alimentada y sus hijos no presentan síntomas de deficiencia en proteínas.

Al pasar de la dependencia de la carne a una dieta básica de leche y sangre, los masai han desarrollado una economía para el rebaño doméstico que es muy distinta de la que nosotros practica-

mos. Al no producirse sacrificio de reses de forma regular, como se hace tradicionalmente en Europa, el potencial de crecimiento del rebaño aumenta notablemente. Como corolario de ello, los rebaños de los masai se convierten en un signo importante de la riqueza y prestigio de sus dueños; en consecuencia el tamaño se aumenta por todos los métodos concebibles. Sin la propiedad privada de la tierra (toda ella es pública) no hay una limitación evidente de los rebaños. En un determinado distrito de Kenia (Narok) se registró un 36% de aumento en cuatro años (330.000 en 1956; 450.000 en 1960). En la actualidad, hay aproximadamente ocho vacas por cada masai.

Es evidente que el potencial para el aumento en el número de reses y el deseo por parte de los masai de poseer grandes rebaños (independientemente de su calidad) tendrán algunas consecuencias bastante evidentes. En primer lugar, mientras la especie humana dependa casi por entero del ganado para su alimentación, el potencial para el aumento de población de los masai también se agrandará. En segundo lugar, estos rebaños grandes y numerosos serán propensos a sufrir enfermedades epidémicas, en especial cuando se hacinan en las pozas de agua en la estación seca. En tercer lugar, el complejo masai/ganado competirá muy efectivamente con los animales salvajes de la zona y tenderá a sustituirlos. El aumento de población del ganado y de las personas desembocará en una mayor necesidad de pastoreo, a expensas de los mamíferos salvajes. La presión sobre las praderas produce sobrepastoreo y degradación, y la presión de expansión es grande. Los masai proceden de Kenia septentrional, y han penetrado en su región actual sólo en los últimos 200 años. Son guerreros temerarios, y de no ser por el control político vigente sobre sus actividades guerreras se habrían extendido en mayor proporción.

De estas consideraciones se sigue que cualquier reducción en el número de cabezas de ganado afectará inevitablemente a los masai de forma adversa e inmediata. La grave sequía de 1961 trajo consigo una escasa producción de pasto: entre 300.000 y 400.000 cabezas de ganado murieron de hambre, junto con unos 1.000 masai, aunque hubo agua disponible a lo largo de todo el año.

La enfermedad ha sido uno de los factores que en el pasado ha sido más efectivo a la hora de limitar el número de los masai y de

su ganado. La ictericia hematúrica, así como otras enfermedades (la glosopeda, la pleuroneumonía y la tripanosomiasis), han producido estragos en su ganado, y la viruela ha exterminado a los propios masai en gran número. En la actualidad la ciencia médica puede controlar la mayor parte de estas epidemias, de modo que la población masai, que era de 45.000 en 1890, se ha incrementado a 117.000 personas en 1960 y sigue aumentando. Su densidad en la actualidad es seis veces superior a la que se cree que tenían hace 100 años.

La consecuencia de este rápido aumento en el número de reses y de personas, en lo que hoy es una región limitada, es que la sabana está sobrepastada. Después de haber diezmado a los mamíferos salvajes por desplazamiento, los rebaños de los masai están ahora destruyendo los pastos. Una de las maneras más fáciles de distinguir un rebaño de ganado masai de otro de ungulados salvajes es que pastan muy juntos. Esto por sí solo ya supone una destrucción mucho mayor del pasto que la que implican los rebaños, ampliamente dispersos, de los animales salvajes, que pastan a su alrededor y lo hacen selectivamente.

La capacidad destructora de los rebaños de los masai se ha acrecentado debido a las actividades del gobierno: en determinadas regiones de Masailandia oriental se establecieron suministros de agua permanentes para ellos y su ganado. El agua se obtuvo perforando y canalizando manantiales de las montañas. Esta «mejora» ha tenido dos consecuencias graves: una es que los suministros de agua para los animales salvajes se han reducido, y en consecuencia se han visto afectados (sólo la cuarta parte de los puntos de agua natural originales siguen todavía abiertos). La segunda es todavía más grave: las reservas de agua permanentes han permitido que los masai redujeran sus migraciones anuales, de modo que el pastoreo se concentra durante todo el año en ciertas zonas limitadas. En estas zonas la escasez de pasto es aguda, pero mientras los masai consigan que su ganado abreve cada dos días parecen sentirse satisfechos, aunque, como hemos visto, puede, no obstante, morir de inanición. El factor crítico es la distancia creciente entre el agua y la hierba.

En las zonas en las que estos suministros de agua potable se han introducido, los pastos originales se han deteriorado comple-

tamente en la actualidad, y han sido sustituidos por matorral espinoso y árboles; entre los árboles, el suelo está pelado. El resultado es una llanura de erosión donde el viento levanta arena y polvo, un desierto de matorral espinoso. Esta degradación no se halla limitada en cuanto a su superficie, sino que hoy en día amenaza a una proporción considerable de Masailandia. Los masai tienen dos soluciones a corto plazo que les permitan encarar este problema, pero que a la larga lo agravan todavía más; ambas son ejemplos de circuito recurrente positivo.

La respuesta de los masai es quemar las hierbas muertas en la estación seca para que los matorrales jóvenes desaparezcan y cuando lleguen las lluvias el pasto joven y tierno sea fácil de consumir. Queman regularmente la sabana, en ocasiones hasta cuatro veces al año. Esto tiene la ventaja de mantener las tierras herbáceas frente a la penetración de árboles y arbustos, y parece probable que en muchas zonas los masai hayan podido establecer praderas en lugar de bosque. (La hierba puede soportar el incendio regular, mientras que los árboles jóvenes y el matorral no.) Sin embargo, la efectividad del incendio depende de que haya suficiente hierba seca sobre las llanuras para que se produzca el calor necesario que mate a las plantas leñosas. Si la sabana es pastada con excesiva intensidad, ni siquiera quemarla la protegerá de la invasión de arbustos y árboles no aprovechables para el pastoreo. Cuanto menos pasto hay, más necesitan los masai quemarlo, pero si hay menos hierba, el incendio es menos efectivo. De nuevo vemos el ecosistema en un proceso recurrente positivo hacia la degradación.

La tendencia creciente de ovejas, cabras y asnos, es otra calamidad. Estos animales pequeños pueden medrar allí donde el ganado bovino se muere de hambre, porque sus necesidades alimentarias son distintas: pueden comer hierbas que son desagradables para el ganado, así como varios matorrales y hierbas no gramíneas. El resultado es que el recubrimiento total del terreno, que mantiene el suelo firme frente a las fuertes lluvias tropicales, se reduce todavía más. Incluso el ramoneo limitado por parte de esta combinación de animales domésticos es destructivo: se forman enormes extensiones erosionadas y las praderas se convierten en desiertos. Las regiones más gravemente dañadas se hallan en Ma-

sailandia oriental, donde el gobierno ha introducido suministros de agua. En Masailandia occidental, más remota, la sabana se encuentra en mejores condiciones.

Esta cortísima revisión muestra claramente que cuando el proceso retroactivo positivo se desencadena en un ecosistema, la degradación aparece. A medida que el número de personas y de cabezas de ganado de los masai aumenta, su subsistencia básica, las gramíneas silvestres de la sabana, está siendo sistemáticamente destruida. Podemos ver que aquí, como en tantas otras partes del mundo, los servicios médicos y veterinarios han reducido la tasa de mortalidad al eliminar los obstáculos naturales a la expansión poblacional del ganado y de los hombres. La eficiencia de recolección de los masai en su seco hábitat es tan grande que puede explotar casi toda la producción de las sabanas. El sobrepastoreo y la erosión del suelo es el resultado inevitable. Si no se efectúa ningún cambio en el comportamiento social de estas gentes, acabarán por destruir el suelo, su hábitat, y el último de los animales salvajes con los que lo comparten. La consecuencia podría ser hambre o guerra civil. La solución debe implicar una limitación en el número total de animales herbívoros en una determinada región; de no ser así, la pérdida final del humus del suelo hace que la tierra sea incapaz de sustentar ni animales ni personas.

EL PASTOREO DE LOS PRADOS COMUNALES

Es fácil explicar esta situación desastrosa indicando la ignorancia del pueblo masai. Pero en realidad la degradación es un producto de su ignorancia combinado con la de los europeos. Antes de que éstos llegaran a África oriental los masai mantenían una población mucho más reducida, y en ningún sitio la degradación era tan extensa. Como veremos, el futuro que aguarda a las regiones agrícolas más avanzadas del globo no es mucho mejor. Allí donde se lleva a cabo una ganadería extensiva en las regiones semiáridas del mundo, ya sea en Australia, Sudáfrica o los Estados Unidos, se ha producido una degradación de las plantas herbáceas y del suelo, y la amenaza o la realidad de la erosión edáfica. Las tierras montañosas del oeste de los Estados Unidos fueron grave-

mente sobrepastoreadas en la última mitad del siglo pasado y los primeros años de éste, y ello produjo la sequía y el cambio en la cubierta vegetal, y la erosión del suelo (fig. 8-7). Aunque el ritmo de deterioro se ha reducido, todavía continúa.

Se ha estimado que la capacidad original de los pastos occidentales de los Estados Unidos (unos 325 millones de hectáreas) era de 22,5 millones de unidades animales. Durante los sesenta años que finalizaron en 1930, la capacidad límite se redujo a 10,8 millones de unidades, aunque el número real que los pastos soportaban era de 17,3 millones. El sobrepastoreo era muy grave, y lo sigue siendo. El resultado es que ya en 1930, 263 millones de hectáreas



Fig. 8-7. Las tierras occidentales de los Estados Unidos antaño servían de pasto a enormes manadas de bisontes. Al ser de propiedad pública, la tierra ha sido devastada por el sobrepastoreo y los bisontes casi se han extinguido. Las partes que eran propiedad privada se han preservado mucho mejor. En esta fotografía se aprecia que el suelo húmico ha sido lavado por la riada y se ha acumulado en la carretera del primer término. *(USDA-Soil Conservation Service.)*

de la superficie total estaban sufriendo una erosión grave, y sólo 38 millones de hectáreas se hallaban en una condición satisfactoria. Estas tierras buenas son bosques nacionales o bien se hallan en manos privadas; la superficie dañada es de propiedad pública. En 1975, el 71% de las tierras públicas estaban en condiciones estáticas o empeorando, y el 83% de los pastos administrados por la Oficina de Gestión de las Tierras se encontraban en condiciones insatisfactorias o peores. El problema que surge del pastoreo de las tierras públicas es un fenómeno mundial; lo encontramos no sólo en los Estados Unidos y en África oriental, sino en todas las demás regiones de pradera herbácea del Viejo y Nuevo mundos. Sobrepastoreo grave y devastación se registran en la India; en todo el Oriente Medio y en la región mediterránea. El desierto del Sahara se debe en cierta medida a la actividad humana en los últimos 5.000 años, y en la actualidad se está extendiendo. En Australia, la combinación de las ovejas y del conejo europeo ha provocado la extensión del Gran Desierto Central.

Los problemas del pastoreo de las tierras herbáceas semiáridas del mundo son agudos. Una de las soluciones más prometedoras sería la sustitución de los rebaños domésticos por mamíferos salvajes. Los herbívoros de las llanuras se hallan muy bien adaptados a su ambiente y pueden vivir en paridad con los ecosistemas de delicado equilibrio de los que hemos hablado. Pueden producir más carne por hectárea, cuando se explotan adecuadamente, que la que rinde el ganado doméstico en las mismas regiones. El ganado podría así reservarse para su uso en las regiones de bosque templado, como las que encontramos en gran parte de Europa, donde el desbroce forestal y la pluviosidad bien distribuida permiten el mantenimiento de praderas productivas a pesar de un pastoreo intensivo. En estas regiones se originó el ganado salvaje, y tal cría produce buenos rendimientos económicos. En lugar de una densidad de aproximadamente una unidad animal por 19 hectáreas, como la encontramos en los pastos occidentales de los Estados Unidos, los pastizales ingleses pueden soportar fácilmente una unidad por cada media hectárea. Allí donde no están irrevocablemente destruidos, los pastos occidentales se hallan probablemente mejor adaptados a soportar el pastoreo de los bisontes.

RESUMEN

Puede definirse la domesticación como la captura y amansamiento de animales de una especie con características de comportamiento apropiadas, la separación de su hábitat y de la comunidad de cría y su mantenimiento en condiciones controladas de reproducción que hacen posible la selección artificial de caracteres. La domesticación de animales salvajes fue uno de los logros más importantes de la historia humana. Hizo posible el fin de la caza como medio de vida y un gran aumento en la población humana.

El concepto de tierras de pasto defendidas territorialmente debió de haber surgido pronto en el proceso de domesticación; pero dentro de una comunidad determinada la tierra no era propiedad privada en los primeros pastores, ni lo es en muchas sociedades pastoralistas actuales. La norma de propiedad pública de las tierras de pasto o de las tierras comunales ha tenido, en algún estadio de la historia, un grave efecto sobre la ecología de todas las zonas en las que la ganadería ha florecido. Garrett Hardin ha llamado la atención sobre este tema en su ensayo más importante, titulado «La tragedia de los pastos comunales». Hardin señalaba que en una situación en la que varios ganaderos mantenían a sus rebaños en una superficie limitada de tierras comunales, a cada uno de ellos le saldría a cuenta aumentar el número de sus reses tanto como fuera posible, y que las ventajas que supondría el aumento en una animal sobrepasarían en mucho el resultado que sobre el mismo ganadero produciría la degradación, relativamente ligera, que sobre el pasto causaría dicho animal. Por ello, la lógica es despiadada: cada propietario incrementará su rebaño hasta el mayor tamaño posible y ningún individuo sufrirá en proporción a su ventaja acrecentada (fig. 8-8). A la larga, sin embargo, la población acabará por arruinarse y la estructura social entera de los hombres y los animales se vendrá abajo. El aumento de los rebaños más allá de la capacidad de pastoreo de las tierras comunales es un fenómeno mundial; lo hemos descrito entre los masai y en los pastos occidentales de los Estados Unidos. En algunos estados occidentales los rancheros intentan realmente expulsar a los agentes de la Oficina de Gestión de las Tierras por interferir su libertad para el

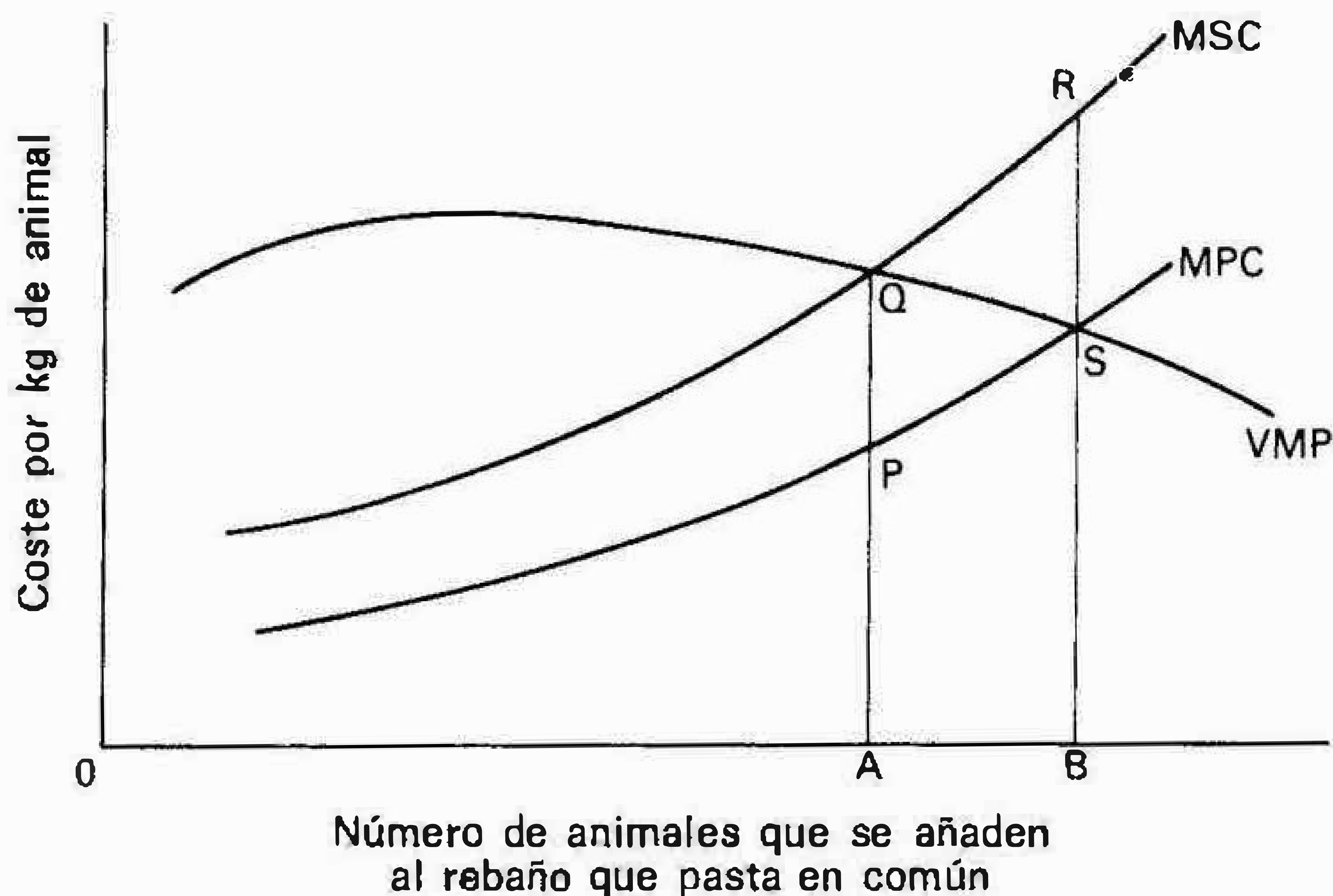


Fig. 8-8. Se ilustra aquí el coste de añadir animales a un rebaño que pasta en prados comunales. A medida que se añade un número creciente (línea inferior) los costes para el propietario individual aumentan ligeramente (MPC) (después del pastoreo inicial), pero no tanto como los costes para la sociedad (MSC). Al aumentar estos costes, la producción por animal se reduce (VMP). Puesto que el coste por animal afecta a la sociedad (Q) antes que al individuo (S), el ganadero continuará explotando los pastos al tiempo que el coste social aumenta hasta niveles intolerables (R). (Según Hardin.)

pastoreo de las praderas, según su criterio. El impulso despiadado por la ganancia personal es irresistible a pesar de la legislación federal.

En Inglaterra, el pastoreo abusivo por el ganado ovino fue igualmente grave hasta las Leyes de Cercamiento (entre 1709 y 1845), cuando los poderosos terratenientes tomaron las tierras comunales y las incorporaron a sus haciendas como propiedad privada de feudo franco. Cambios similares en la propiedad de la tierra ocurrieron en otros países de Europa occidental entre los siglos XVI y XIX. Pastores y granjeros sufrieron mucho como consecuencia de estas disposiciones. Sin embargo, visto en perspectiva, podemos asegurar que sin producir un control estatal muy estricto sobre todos los aspectos de la ganadería, la propiedad privada de las tierras es la única manera de aumentar la productividad y de salvaguardar la integridad de los pastizales.

En resumen, las tierras comunales son prácticas únicamente en condiciones de baja densidad de población. Con su aumento, los pastos comunales deben abandonarse. En muchos lugares así ha ocurrido, pero ni mucho menos en todas partes. Además de las tierras de pastos, los ríos, los litorales, la inmensa mayoría de los océanos y el espacio aéreo se consideran propiedad común, por lo menos en parte, hasta la actualidad.

Cada nuevo cercado significa infringir la libertad personal de alguien. Los «derechos» y las «libertades» se pierden, pero a la larga la verdadera libertad sólo puede asegurarse mediante el reconocimiento de controles esenciales. La ganadería generó inmensos recursos alimentarios, y como secuela produjo logros sociales de gran alcance, y de complejidad e importancia extraordinarias.

El pastoreo abusivo, la tragedia de la ganadería, ha producido el deterioro crónico en las comunidades ecológicas de muchas regiones del mundo. La diversidad vegetal se ha reducido mucho, hasta niveles inestables y no productivos; los animales salvajes han sido desplazados y en la actualidad se hallan con frecuencia casi completamente extinguidos. Y lo peor de todo, los suelos, que son insustituibles, han sido destruidos y las praderas se han visto reducidas a eriales pedregosos, erosionados, y en algunos lugares incluso a arenas móviles. El sobrepastoreo en las regiones áridas o semiáridas del mundo ha sido un desastre para la naturaleza y una tragedia para la humanidad.

Bibliografía

UCKO, P. J. y G. W.: DIMBLEBY, *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*, Duckworth (London), Aldine (Chicago), 1969.

TALBOT, L. M.: The ecological consequences of rangeland development in Masailand, East Africa. Presentado a la *Conference on Ecological Aspects of International Development*, Warrenton, 1968.

ANON: The Western Range, a great but neglected natural resource. *U. S. Forest Service, Senate Document* 199, Washington, 1936.

DASMANN, R. F.: *African Game Ranching*, Macmillan (Nueva York), Pergamon (London), 1964.

TALBOT, L. M. y cols.: The meat production potential of wild animals in

Africa. *Commonwealth Bureau of Animal Breeding, Genetics and Technology. Communication No.* 16:42, 1965.

JEWELL, P. A.: Ecology and Managements of Game Animals and Domestic Livestock in African Savannas. En *Human Ecology and Savanna Environments,* D. R. Harris, ed., Academic Press, 353-81, 1979.

HARDIN, G. y J. BADEN: *Managing of the Commons*, W. H. Freeman, San Francisco, 1977.

CLUTTON-BROCK, J.: *A Natural History of Domesticated Animals.* Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

IX. AGRICULTURA Y CONTAMINACIÓN

«Con el sudor de tu rostro comerás el pan»

Génesis, 3:19

HORTICULTURA Y AGRICULTURA

Estos términos se utilizan para describir dos métodos distintos de cultivar la tierra. La *horticultura* es el cultivo de un grupo mixto de plantas alimentarias en un huerto, cerca de una vivienda. Se trata de un método ampliamente distribuido de cultivar la tierra, que se encuentra con mayor incidencia en las regiones tropicales de América central, África y Sudeste asiático. Dicho método mantiene una considerable diversidad de especies en el área cultivada, y los huertos generalmente se encuentran aislados de la vegetación silvestre circundante. La gran ventaja de la horticultura es la diversidad de especies mantenidas, de manera que no se plantan grandes huertas para una sola. Esto ayuda a preservar los cultivos de los tipos de plagas epidémicas y de las que infestan la agricultura. De nuevo vemos que la diversidad lleva consigo la estabilidad, y no son usuales las grandes oscilaciones en la productividad de los cultivos hortícolas.

A medio camino entre la horticultura y la agricultura encontramos la técnica de los *cultivos migratorios*, o rotación campo-bosque, que se practica típicamente en regiones de pluviselva. Este método, que es quizá mejor denominar *agricultura en tierras desbrozadas por tala y quema*, supone la deforestación de pequeñas zonas de pluviselva que son plantadas con varios tipos de culti-



Fig. 9-1. Muchos entendidos creen que la agricultura se originó independientemente, como resultado de una serie de notables coincidencias en varias regiones distintas. La más antigua fue probablemente la región del creciente fértil, las estribaciones que rodean Mesopotamia. Pero pronto siguieron otros acontecimientos similares en el Alto Egipto, Pakistán, China (posiblemente por difusión) y poco después en el Nuevo Mundo, donde casi con seguridad se trató de un descubrimiento independiente.

vos. Se caracteriza, asimismo por una gran diversidad de especies, y en las islas Filipinas, en una única plantación de 1,2 hectáreas pueden cultivarse hasta cuarenta variedades de plantas. También aquí, su elevada diversidad hace que este tipo de agricultura presente un marcado contraste con la de la mayoría de los métodos más comunes de labranza de la tierra.

La *agricultura* o *labranza de la tierra* implica el cultivo de una o dos especies de plantas alimenticias, en grandes extensiones, es decir, más de lo que precisa la subsistencia de una única familia. Ya hemos descrito brevemente la agricultura de los iroqueses (capítulo IV), y en este capítulo consideraremos ejemplos avanzados de agricultura, que han sido posibles por el desarrollo del arado. Esta producción especializada de alimento hace posible y está acompañada siempre de un intensivo urbanismo. La agricultura limita la diversidad específica de una manera extrema, y presenta

TABLA 9-1. ALGUNAS DE LAS PLANTAS CULTIVADAS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO

Cultivos	Producción en millones de toneladas métricas		Valor, en millones de dólares USA		Comentarios
Trigo	343		21.000		Principalmente consumo humano; buena proteína
Arroz	308		15.000		Principalmente consumo humano
Maíz	308		17.000		En gran parte consumo ganadero
Patata	306		17.000		Principalmente consumo humano; rico en agua
Cebada	152		7.000		En parte consumo ganadero
Mandioca	92		—		Valores inapreciables; consumo local
Avena	54		—		En gran parte consumo ganadero
Sorgo	49		2.500		En parte consumo ganadero
Soja	49		6.000		En gran parte consumo ganadero; contenido elevado en proteínas y grasas
Caña de azúcar	41	72	6.000	9.000	Bajo valor nutritivo
Remolacha azucarera	31		3.000		
Cítricos	37		—		Contenido elevado en agua, vitaminas
Fibra de algodón	11	33	7.069	8.535	Importante aceite comestible
Semilla de algodón	22		1.466		
Judías, guisantes, garbanzos	31		—		Elevado valor nutritivo

TABLA 9-1. *(Continuación)*

Cultivos	Producción en millones de toneladas métricas	Valor, en millones de dólares USA	Comentarios
Centeno	31	—	En parte consumo ganadero
Plátano, banana	28	2.500	Valores inapreciables; consumo local
Tomate	28	—	Contenido elevado en agua; vitaminas
Mijos	22	1.063	Sobre todo para el consumo humano, cerveza
Sésamo	21	—	Sobre todo para consumo humano; aceite de calidad
Aceite de palma	20	4.000	Contenido calórico elevado
Cacahuete	18	3.500	Contenido elevado en aceite y proteínas
Boniatos y ñames	15	—	Valores inapreciables
Café	4,9	4.000	Valor económico; cafeína
Tabaco	4,5	4.900	Valor económico; alquitranes y nicotina
Caucho	3,5	961	Valor económico; no es un alimento
Cacao	1,5	937	Valor económico y valor alimentario
Té	1,3	1.000	Valor económico; teína

Según Harlan (referencia 2 del cap. X).

varios resultados predecibles. Una de las hambrunas más famosas de los últimos tiempos fue a consecuencia de un grado peligroso

de monocultivo y de una dependencia demasiado grande de un único alimento. La introducción de la patata en Irlanda en el siglo XVII condujo a la decadencia de las grandes haciendas feudales. Numerosos campos de patatas alimentaban a familias de mayor número y permitían un matrimonio más temprano. La población aumentó desde alrededor de 1 millón de habitantes en 1670 hasta 8,2 millones en 1846, y durante este período emigraron 1,5 millones de personas. Entre 1848 y 1854, la plaga de la patata, una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora,* se extendió rápidamente por el país y destruyó las cosechas. Las hojas se volvían negras y las patatas se pudrían en el suelo. Cerca de un millón de personas murieron de hambre, y otro millón emigró. Desde aquella época la población se ha estabilizado por debajo de los 4 millones como resultado de ulteriores emigraciones y de un retorno al matrimonio tardío.

En esta hambruna histórica podemos ver claramente de qué modo la productividad agrícola hizo posible un fuerte aumento de la población humana. Pero también, asimismo, el peligro del monocultivo: el hacinamiento de plantas o animales es una invitación a la enfermedad epidémica, y la podredumbre de la patata destruyó la subsistencia de 8 millones de irlandeses.

La tabla 9-1 muestra algunos de los cultivos más importantes del mundo, en términos de valor y producción.

AGRICULTURA Y ENERGÍA

Cada especie depende, para su supervivencia biológica y su plenitud, de la obtención de suficientes recursos energéticos en forma de alimento. La horticultura y la agricultura son, evidentemente, métodos adicionales de canalizar y aumentar la cantidad de energía alimentaria disponible para las poblaciones humanas. Así, para los bosquimanos san estudiados por Lee, una hectárea produce aproximadamente 690 kcals o 2,9 megajoules (Mj)[1] de ali-

1. Aunque generalmente el valor energético del alimento se da en kilocalorías, la unidad de energía definida por el Sistema Internacional (SI) es el joule. Una kilocaloría = 4.184 joules, pero es más conveniente recordar que 1000 kilocalorías = 4,184 megajoules (4.184.000 joules). El megajoule (Mj) se utilizará en todo lo que resta del libro.

mento silvestre por año. En cambio, en Inglaterra y hoy en día, una hectárea de cereales puede generar más de 5.000 Mj por año. (Estos datos y los que siguen se basan en cifras de 1968-72.) La diferencia es sorprendente, pero debe señalarse que los bosquimanos viven en un ambiente marginal, con lluvias muy por debajo del óptimo, mientras que la agricultura cerealista del Reino Unido es de las más productivas del mundo. Por tanto, se trata de puntos extremos. Otros datos se dan en la tabla 9-2. De este modo, la agricultura hace un uso extraordinariamente efectivo de la tierra adecuada para la producción de alimentos.

Sin embargo, este enorme rendimiento se consigue sólo a un costo considerable, y puede medirse tanto en energía como en dinero. El suministro de energía a la agricultura moderna es inmenso. Cuando sumamos toda la que se precisa para cultivar una hectárea y para manufacturar la maquinaria, fertilizantes y otros productos químicos necesarios para estos cultivos, entonces encontramos que para producir 5 Mj de producción de trigo, en el Reino Unido se necesitan inversiones energéticas de alrededor de 3,1 Mj. (Para producir 5 Mj de pan blanco, troceado y envuelto, el rendimiento sube hasta los 9,5 Mj; fig. 9-2.) Estas cifras omiten la energía consumida debido al trabajo agrícola, de manera que las

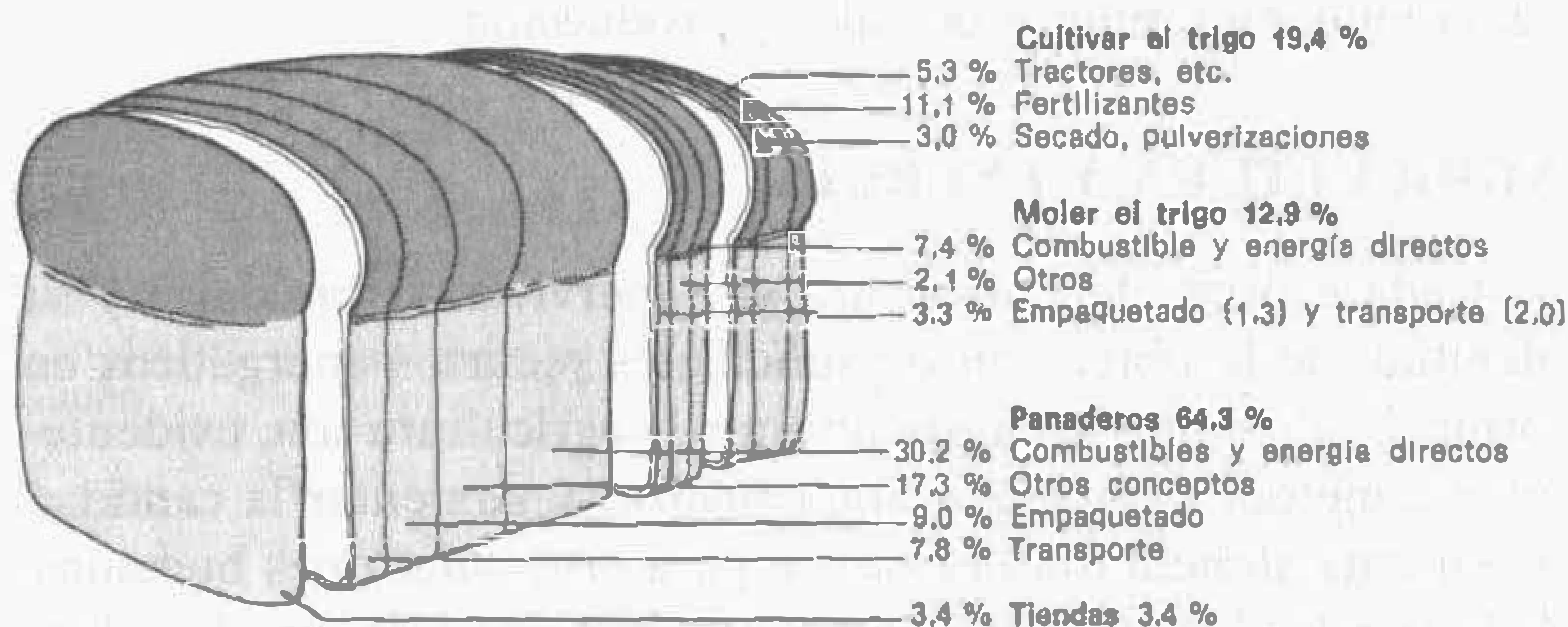


Fig. 9-2. Los gastos energéticos necesarios para producir pan empaquetado en Inglaterra son considerables. Para una hogaza de 1 kg el gasto total es de 20 Mj. El gasto del agricultor es de unos 4 Mj, el del molinero 2,6 Mj y el del panadero 13,4 Mj. El valor energético de la hogaza para el consumidor es de 13 Mj. Si el pan se vendiera fresco en las panaderías locales en lugar de ser empaquetado y distribuido a los comercios, ello supondría un ahorro del 20% en el gasto de energía. (Según Leach.)

rentas totales equivalentes para los cazadores-recolectores se acercan a cero. Los consumos por hectárea para algunos tipos de agricultura menos desarrollados se muestran asimismo en la tabla 9-2.

Así, resulta que desde el modo de ver un cálculo de energía, la agricultura moderna es extremadamente ineficiente. Sin embargo, cuando nos ponemos a considerar el trabajo consumido, la situación es distinta: el rendimiento en los cazadores-recolectores por hora de trabajo-hombre es de alrededor de 4,48 Mj; en el Reino Unido, este rendimiento para los agricultores cerealistas es de 3.040 Mj, unas 700 veces más. Debemos recordar, sin embargo, que un número enorme de personas se hallan implicadas en las industrias agrícola y alimentaria, fabricando tractores y fertilizantes, distribuyéndolos junto con el petróleo, y distribuyendo el alimento y clasificándolo. Cuando consideramos todo el complejo de la producción occidental de alimento obtenemos una imagen distinta, y encontramos que el rendimiento por persona para los cereales ingleses (por ejemplo) es de no más de 35 Mj por hora (alrededor de 7,8 veces el de los bosquimanos). En el Reino Unido, alrededor del 5,4% de toda la población (12,7% de la fuerza labo-

TABLA 9-2. CONSUMOS Y RENDIMIENTOS ENERGÉTICOS, EN MEGAJOULES

Tipo	Rendimiento por hora-hombre	Rendimiento por hectárea	Consumo por hectárea	Relación rendimiento/ consumo
Bosquimanos san*	4,50	2,90	0,37	7,80
Agricultura migratoria, Congo*	30	15.685	240	65
Agricultores campesinos, China*	40	281.000	6.846	41,10
Trigo, Reino Unido	3.040	56.200	17.800	3,35
Maíz, Estados Unidos	3.800	76.910	29.850	2,58
Rebaño de ordeño, Reino Unido		10.000	26.900	0,37

* Incluye mano de obra.

Según Leach.

ral del país) está implicada en la producción de alimento y en las industrias relacionadas. Entre los cazadores-recolectores, casi todos los adultos y la mayoría de niños se dedican a la caza o a la recolección. El Reino Unido produce alrededor del 60% del total de sus necesidades energéticas alimentarias; el resto se importa.

Lo que hemos visto en el desarrollo del proceso agrícola es un método de aumentar los rendimientos de energía alimentaria a una *baja* eficiencia en relación a los consumos energéticos, pero a una *alta* eficiencia de la utilización de la tierra y de la mano de obra. Esto parece un logro lógico, dado que la energía es relativamente barata y la tierra disponible para la agricultura es finita en cantidad y se está volviendo escasa. Al liberar a un elevado porcentaje de la población total de la producción de alimentos, se hicieron posibles la división del trabajo y el desarrollo de la civilización. (Pero ello significa que el coste del alimento en Occidente depende del coste de la energía; una restricción de energía significa precios más altos tanto para la energía como para el alimento.) Fue este notable aumento en la productividad laboral que la agricultura, y posteriormente la tecnología, hicieron posible, lo que liberó a un porcentaje de la población de las actividades de producción de alimento e hizo posible el desarrollo de la civilización.

Existen, sin embargo, otros factores limitantes al desarrollo agrícola que requieren tenerse en cuenta, además del altísimo coste de los consumos energéticos que se precisan para el cultivo y la producción de fertilizantes. Probablemente el agua es el factor limitante más importante en muchas partes del mundo, y los intentos para salvar este obstáculo constituyen una parte decisiva de la historia de la ecología humana.

IRRIGACIÓN

Para comprender con mayor claridad el ecosistema agrícola y la importancia del suelo, examinaremos detalladamente una región sometida a una producción intensa mediante el regadío. Las regiones áridas de los trópicos y subtrópicos cuentan con una nubosidad muy reducida, por lo que reciben grandes cantidades de luz solar. Como resultado, gozan de un gran potencial productivo,

si se puede superar el factor limitante de la carencia de agua. Así se ha hecho desde tiempos lejanos en la historia de la agricultura y uno de los ejemplos más famosos fue el sistema de irrigación basado en el control de las aguas de los ríos Tigris y Éufrates en la antigua Mesopotamia, actual Irak. Este sistema, que pudo haberse desarrollado por primera vez hace 6.000 años, es sólo uno de los muchos y antiguos que produjeron el desarrollo de regiones agrícolas extraordinariamente productivas. Las mejor conocidas incluyen el delta del Nilo, la cuenca del Indo en la India y el valle del río Amarillo en China; todas son regiones que dieron origen a una serie de notables civilizaciones tempranas. En el Nuevo Mundo también se desarrollaron muy pronto importantes sistemas de regadío, en el sudoeste de Norteamérica, en México central, en los valles costeros del Perú y en los Andes incas. Hoy en día, China posee la mayor superficie de tierras irrigadas en el mundo, mientras que en Egipto prácticamente toda la tierra agrícola es de regadío. Regiones áridas que tienen suficiente agua fluvial para irrigación se han convertido, en algunas zonas, en las regiones más productivas del globo, y en este aspecto sobrepasan incluso a la pluviselva tropical.

Una de las más avanzadas de estas regiones agrícolas es el valle central de California (fig. 9-3). De unos 700 km de longitud, el valle, que se encuentra al norte de Los Ángeles, es drenado por dos ríos hacia la bahía de San Francisco: el Sacramento al norte y el San Joaquín al sur. El suelo del valle es bastante llano, pues está constituido por conos de deyección aluviales formados por los numerosos tributarios que desaguan desde las montañas de Sierra Nevada. En el valle, que está protegido de la influencia del mar frío por la cordillera costera, el clima es cálido, y la temperatura nunca cae por debajo de los 0 °C. En verano son frecuentes, en muchos lugares, temperaturas de 38 °C. La precipitación invernal oscila entre 500 mm anuales en la región septentrional y 150 mm anuales en el sur, más seco.

Esta cuenca semiárida fue puesta en cultivo originalmente por los españoles, que llevaron ganado bovino y ovino, y después de 1865, época en que comenzó la colonización, se cultivaron de forma extensiva trigo y cebada. Se introdujeron también maíz, judías, cítricos, olivos y vides, pero la producción era limitada, especial-



Fig. 9-3. La parte central del valle de San Joaquín, en California, es una extensa llanura árida entre las montañas costeras y Sierra Nevada. Con los planes de regadío extraordinariamente costosos y extensos que acaban de completarse para toda la zona, el valle se ha convertido en la región del mundo más productiva por su extensión. Sin embargo, parece poco probable que tal nivel de productividad pueda mantenerse indefinidamente sin futuras inversiones de capital, puesto que el ecosistema del valle se ha hecho inestable.

mente en el sur, hasta que se construyeron los primeros canales de regadío hacia los años 1880. Desembocó en una agricultura más diversa basada en cultivos frutícolas y de hortalizas, y un gran aumento de la productividad. Hacia 1930 se había diseñado un plan para la irrigación de todo el valle a partir de las aguas de las montañas de Sierra Nevada, y en la actualidad se ha completado. El agua del río Sacramento es desviada hacia canales de irrigación y transportada hasta la zona de San Joaquín, pues esta llanura de inundación meridional es mayor, mientras que su río es considerablemente más pequeño. Así, los recursos hídricos naturales del va-

lle meridional se complementan con agua procedente de las zonas septentrionales de California, mucho más húmedas. Por lo general se cree que proyectos de ingeniería bien diseñados para «ahorrar» y transportar agua permitirán una prosperidad continuada en California. Sin embargo, el tipo fundamental de alteración en el ecosistema entero que esta irrigación extensiva supone podría terminar en una degradación final del ambiente.

En primer lugar, los suelos de una región árida como el valle de San Joaquín suelen presentar un elevado contenido natural de sales (en particular los cationes de sodio, calcio, magnesio, y los aniones cloruro y sulfato). Debido a la pluviosidad muy reducida y estacional, estas sales, que proceden del lavado de materiales geológicos primarios, se acumulan en los suelos superficiales y hacen subir el nivel de otras más allá del punto en el que los cultivos alimentarios pueden medrar (alrededor del 0,1% en peso). Por lo tanto, para poner estos suelos en condición de ser utilizados para la agricultura, se precisan grandes cantidades de agua de regadío para lavar las sales acumuladas. Este proceso sólo es eficaz si la tierra está bien drenada, el subsuelo es permeable y la capa freática subterránea se halla muy por debajo de la superficie. La ausencia de un drenaje adecuado puede originar inundaciones y la producción de lagos permanentemente salados que, a su vez, harán subir el nivel de la capa freática circundante. Un problema de este tipo ha surgido en el valle Imperial, de California del Sur, donde se ha formado el Salton Sea, en una depresión situada muy por debajo del nivel del mar. Allí, las tierras irrigadas drenan a un lago salado y un aumento en su nivel hace subir la capa freática subterránea y sus sales asociadas en la región circundante.

No todas las tierras, irrigadas son saladas de modo natural. Pero la irrigación puede producir, por sí misma, la salinización de un buen suelo, puesto que el agua de regadío puede contener desde 8 hasta 400 kilos de sal por hectárea/centímetro de agua, y la aplicación anual de agua puede ser de hasta 60 Ha/cm o más.[2] Debido a ello, el agua debe ser añadida, a una tasa mayor que la que se precisa simplemente para el crecimiento y la transpiración de

2. Una hectárea/centímetro es la cantidad de agua necesaria para cubrir una hectárea hasta una profundidad de 1 centímetro; equivale a 100.000 litros.

las plantas, o de lo contrario las sales solubles aumentarían en los suelos superficiales. Puesto que el agua debe aplicarse en exceso a las necesidades del cultivo, el nivel freático puede aumentar, como hemos visto, si la tierra no está lo suficientemente drenada. Sin un drenaje adecuado, las sales solubles se incorporan muy rápidamente al agua freática, y si ésta penetra en la zona de las raíces producirá la salinización del humus. Por eso es evidente que el éxito del Plan Hídrico de California depende de un suministro suficiente y seguro de agua, *junto a* un drenaje adecuado. Si estas condiciones se cumplen desde el punto de vista económico (y ha sido posible en muchas partes del valle), el potencial agrícola de la región puede conseguirse, aunque la capa freática y la salinidad del suelo deban vigilarse siempre cuidadosamente. En realidad, sin embargo, ya están apareciendo zonas de salinización allí donde el drenaje es inadecuado. La capa freática ha ido subiendo y la sal se encuentra a unos pocos centímetros de la superficie en unas 160.000 hectáreas. Por el momento esto significa que los agricultores pueden hacer frente al problema variando hacia cultivos más tolerantes a la salinidad, como la cebada, pero ya se están registrando pérdidas agrícolas por valor de 32 millones de dólares anuales. La única solución a largo plazo es un mejor drenaje: se ha diseñado un vasto sistema, con un extenso avenamiento subterráneo que conduce a un inmenso desagüe de cemento de tres metros de profundidad, que conducirá al agua salada hasta el mar, a 470 km, a un coste de más de 750 millones de dólares. Las secuelas ecológicas de todo este proyecto pueden ser extremadamente graves para el futuro del valle.

La inmensa productividad que el plan hidrológico de California ha puesto en peligro depende, asimismo, totalmente de un adecuado suministro de agua, e incluso este mismo suministro se halla amenazado. La pluviosidad anual media sobre los 30 millones de hectáreas más productivas de California se ha reducido en un tercio desde 1850 (desde 840 mm a 560 mm), y se cree que se debe principalmente a alteraciones en la cubierta vegetal de la tierra, debidas a la tala de árboles y a la erosión. La creación de Bosques Nacionales en gran parte de la Sierra Nevada ha frenado esta destrucción en buena parte de la zona, pero en otros lugares continúa sin disminución. La mayor industria de California, la

agrícola, depende indirectamente de la preservación del bosque.

Se dé donde se dé, un error en el suministro de agua para irrigación o en el mantenimiento de un drenaje efectivo puede acarrear rápidamente la formación de llanos salinos yermos como los que rodean el Salton Sea. Este tipo de degradación se ha registrado, asimismo, en otras varias regiones irrigadas que antaño fueron fértiles. Un ejemplo famoso es el sistema Tigris-Éufrates en Irak (fig. 9-4). La inmensa fertilidad y productividad de esta región continuó durante cientos de años desde la época del imperio babilonio y hasta que la tierra fue abandonada en los siglos XII y XIII. Mientras existieron gobiernos fuertes que aseguraban el mantenimiento del sistema de drenaje y la limpieza del limo de los canales, el país prosperó. Cuando los gobiernos no consiguieron que se cumpliera la limpieza de los canales, el flujo de agua se redujo y el nivel de salinidad aumentó, con resultados desastrosos para la riqueza y productividad del suelo. Los restos de las civilizaciones, bajo las arenas de Irak, indican claramente que la salinidad fue la responsable de la decadencia de las ciudades y del movimiento migratorio de las poblaciones. El valle pudo haber mantenido en su momento entre 17 y 25 millones de habitantes; en la actualidad, la población total de Irak es de sólo unos 9 millones. En la actualidad, la salinización continúa haciendo que miles de hectáreas de tierra que antaño fue fértil sigan siendo totalmente inadecuadas para la agricultura.

El ejemplo reciente más grave de degradación ha sucedido en la cuenca del Indo, en Pakistán, una región de más de 400.000 kilómetros cuadrados (fig. 9-5). En esta extensa planicie unos 13 millones de hectáreas fueron puestos en irrigación por los gobernantes musulmanes y posteriormente por ingenieros británicos, para formar una región de gran productividad. Sin embargo, el mal avenamiento produjo la anegación de más de 4,5 millones de hectáreas y la productividad de más de 6 millones de hectáreas se redujo o fue destruida por la salinidad. Con un aumento de población de cerca de un millón de personas por año, el Pakistán pierde una hectárea productiva cada dos minutos. Tras depender de la productividad de tierras regadas, la inutilización de parte de éstas debido a la salinidad y a la anegación condujo a un grave resultado. En Pakistán el problema se ha resuelto mediante la instalación





Fig. 9-4. Mesopotamia, la región entre los ríos Tigris y Éufrates, en Irak, fue antaño una zona agrícola de regadío, muy productiva. Cuando el antiguo imperio y el gobierno se desmoronaron, cesó el control central de los canales de irrigación. Con el tiempo el sistema se desbarató por entero, y en la actualidad gran parte de la región, que se cultivaba en la antigüedad, se ha convertido en un desierto. *(Geoslides.)*

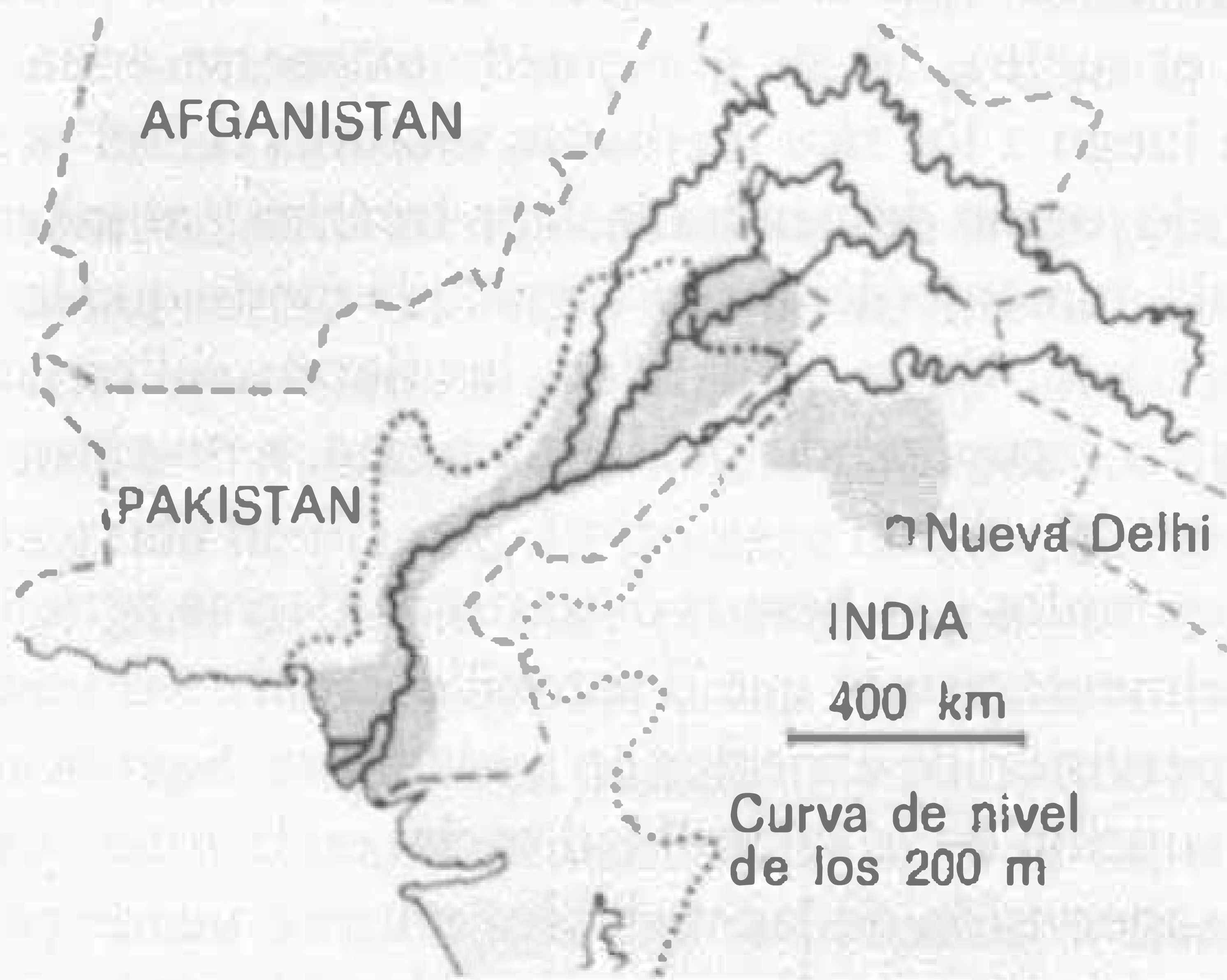




Fig. 9-5. La cuenca del Indo es otra extensa región que se ha desarrollado mediante el regadío intensivo. Aquí el problema de la salinización se ha controlado temporalmente mediante el bombeo y extracción del agua salina y el descenso del nivel freático, pero el coste es considerable y una carga que sigue pesando sobre los agricultores. *(Geoslides.)*

de pozos tubulares (pozos cilíndricos cerrados que pueden introducirse en el suelo), de los que puede extraerse agua freática y bombearla luego a los ríos mediante motores diésel o eléctricos. De este modo logran descender la capa freática y al mismo tiempo consiguen un aumento del uso del agua, de modo que las sales son lavadas del suelo. En la actualidad, las tierras salinizadas y anegadas se están recuperando paulatinamente, a un ritmo algo más rápido del que perdían.

En los ejemplos que hemos descrito de tierras agrícolas irrigadas artificialmente vemos que la estabilidad del ecosistema depende de la supervisión de expertos en agricultura. Significa que cualquier interrupción de la estabilidad social en la zona, así como un fallo en la supervisión de las variables críticas, puede producir un retroceso positivo y una degradación. Una vez se ha reducido la productividad de la tierra, generalmente ya no se dispone del capital necesario para realizar más trabajos de ingeniería. No obstante, y además de esto, apreciamos variables implicadas que se encuentran fuera del control de los agricultores o del departamento de agricultura. El ecosistema irrigado no se halla limitado por el confín del valle: es un subsistema de un sistema mayor, y depende en último término de factores que se hallan fuera del control de las gentes que dependen de él.

CONTAMINACIÓN AGRÍCOLA

El aumento mundial de la población ha sido posible gracias a los avances de la medicina y a una producción creciente de alimentos. El desarrollo de la agricultura ha supuesto su expansión sobre extensas zonas de la superficie del planeta, de modo que en la actualidad se cultiva casi toda la tierra adecuada. Ha sido posible desde entonces un aumento de la productividad al eliminar algunos de los factores limitantes que todavía quedaban, no sólo introduciendo planes de regadío, sino también mediante la adición de abonos químicos al suelo, y el empleo de varios venenos vegetales y animales. El uso de fertilizantes artificiales, insecticidas y fungicidas, así como de herbicidas para el control de los hierbajos, se está extendiendo rápidamente. Como consecuencia, la población

actual precisa de los productos químicos agrícolas para su supervivencia, y el aumento que se prevé de la población dependerá todavía más de la industria química.

Las perturbaciones ecológicas asociadas a los productos químicos agrícolas surgen del hecho de que los insecticidas son poderosos venenos que afectan a un amplio espectro de animales, mientras que los fungicidas y herbicidas son venenos que atacan a una amplia gama de plantas. El primero de los peligros de los insecticidas se hizo evidente muy pronto, como resultado de sus efectos sobre los trabajadores agrícolas. No debía sorprendernos, puesto que los insecticidas son potentes venenos que actúan sobre los nervios y el estómago, y muchos de ellos se desarrollaron a partir de los gases ponzoñosos que se prepararon durante la Segunda Guerra Mundial. Efectos menos obvios se manifiestan en los consumidores de los cultivos «protegidos». Los venenos acumulativos tienen un efecto deletéreo a largo plazo sobre la fisiología de los mamíferos.[3]

Lo que nos interesa es el efecto a largo plazo de estos tóxicos en el ecosistema entero, lo que se advierte claramente tanto en los ecosistemas terrestres como en los marinos. Las consecuencias son graves, sobre todo debido a que muchos insecticidas fueron diseñados para que persistieran, y algunos de ellos tienen una vida extraordinariamente larga bajo condiciones naturales. Aquellos que se descomponen forman con frecuencia sustancias igualmente venenosas y estables.

Aun en aquellos casos en que estos venenos estables, como los hidrocarburos clorados DDT y dieldrina (que en la actualidad no se emplean de modo generalizado), no se absorbían en dosis fatales, eran transmitidos a lo largo de las cadenas tróficas marinas y terrestres, desde los productores a los consumidores, y en cada

3. Los herbicidas, que por lo general no se considera que sean venenosos para los animales, no están exentos de tales efectos. La investigación y la experiencia han demostrado que el 2,4,5-T produce malformaciones de nacimiento en ratas, y las deformidades en niños recién nacidos han aumentado en aquellas aldeas vietnamitas donde los Estados Unidos emplearon este potente producto químico como defoliante. Los veteranos norteamericanos que combatieron en Vietnam presentan, asimismo, graves síntomas como resultado de la exposición al 2,4,5-T.

nivel trófico los venenos se concentraban más, hasta que se hacían letales (fig. 9-6). Por ello sus efectos se advertían de manera más aparente en los carnívoros de los niveles tróficos segundo o tercero. He aquí algunos ejemplos bien conocidos: el halcón común desapareció de todos los Estados Unidos nororientales en tanto que ave reproductora, y durante un tiempo estuvo amenazado en toda Inglaterra. En ambos países hubo grandes pérdidas de águilas y halcones, así como de zorros y tejones. En Inglaterra se encontraron muertos 1.300 zorros durante el invierno de 1959-60, y pudo comprobarse que la causa se debía a la ingestión de pájaros granívoros muertos que contenían en su cuerpo un elevado residuo de dieldrina. Los venenos se habían aplicado a granos de maíz, comidos posteriormente por palomas, grajos y faisanes, y cualquiera de esas aves, en tanto que eficiente consumidor de semillas, podía acumular fácilmente una dosis letal.

En Clear Lake, California, una popular localidad de pesca, se usó DDD (muy relacionado con el DDT) en 1950 para el control de los mosquitos; un año después la colonia reproductora de somormujo occidental (1.000 parejas en 1949) había desaparecido. El DDD se encontraba en una baja concentración de 0,02 ppm (partes por millón) en el agua, pero había sido absorbido por el plancton (5 ppm) y transmitido a los peces pequeños (10 ppm). En la grasa visceral de los peces depredadores y de los somormujos se encontraron niveles de concentración muy altos (1.600 ppm). La mayoría de peces capturados son comidos, y en la grasa visceral de la perca americana se registraron 1.700 ppm. Se sabe que dosis subletales de hidrocarburos clorados pueden causar esterilidad, deformidades en el embrión, fracaso en la producción del cascarón del huevo, y alteraciones en el comportamiento de ciertas aves.

El paso de los hidrocarburos clorados al principio de la cadena alimentaria, que Rachel Carson fue la primera en denunciar públicamente en 1962, es un caso de miopía ecológica. En la actualidad es ilegal emplear estos venenos en los Estados Unidos y en la mayoría de países europeos, pues tenemos pruebas de que muertes debidas a distintos tipos de cáncer (entre ellos la leucemia) y a una presión sanguínea elevada se hallan asociadas a un peligro excesivo de hidrocarburos clorados. En 1969, la leche de algunas madres de California contenía más DDT que el que se permitía en

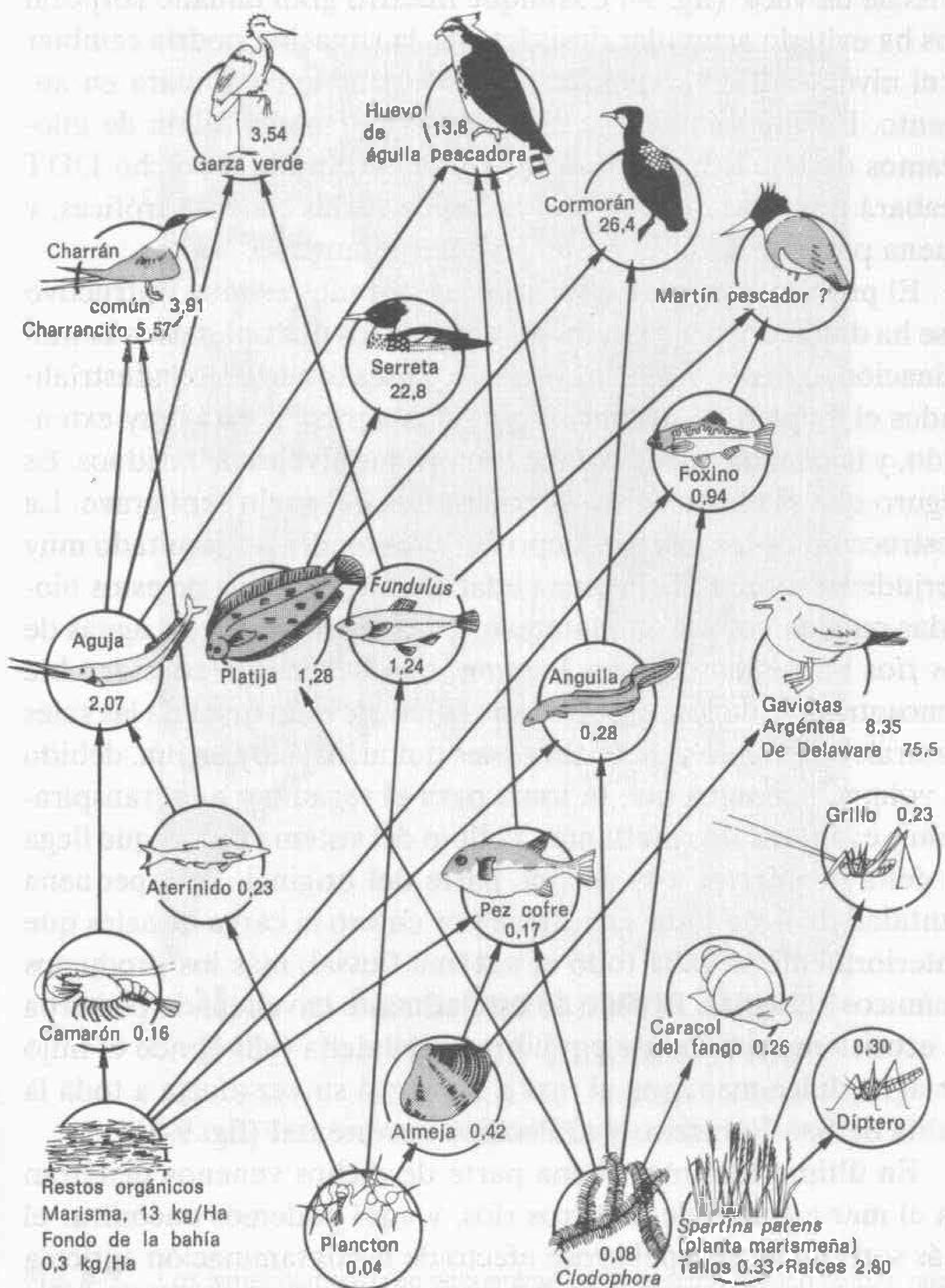


Fig. 9-6. Concentración creciente de DDT (en ppm) en la grasa corporal de los seres vivos de marismas y estuarios. El veneno se desplaza hacia la parte superior de las cadenas tróficas para acumularse en los niveles más altos. Así, pues, los organismos que presentan un mayor riesgo son los carnívoros, como las águilas pescadoras y las cormoranes.

la leche de vaca[4] (fig. 9-7). Aunque nuestro gran tamaño corporal nos ha evitado acumular dosis letales, la situación podría cambiar si el nivel total de plaguicidas en el ambiente continuara en aumento. En la actualidad se estima que hay medio billón de kilogramos de DDT en la biosfera, y la mayor parte de dicho DDT acabará por concentrarse en la cúspide de las cadenas tróficas, y buena parte de él en la grasa del cuerpo humano.

El problema de los hidrocarburos clorados es muy instructivo y se ha detenido, pero éste es sólo uno de los múltiples de la contaminación agrícola. En la mayoría de países totalmente industrializados el empleo de sustancias químicas agrícolas está muy extendido, y la comida puede contener elevados niveles de residuos. Es seguro que el efecto sobre el ecosistema del suelo será grave. La destrucción de los insectos depredadores tendrá un resultado muy perjudicial sobre toda la fauna edáfica. La presencia de estos biocidas pueden detectarse claramente, por ejemplo, en las aguas de los ríos Sacramento y San Joaquín, que llevan una considerable concentración de los mismos, junto a un elevado nivel de las sales naturales del suelo y de fertilizantes químicos. Hoy en día, debido al volumen de agua que se toma para el regadío y a la transpiración y evaporación resultantes, el flujo del sistema fluvial que llega al delta es inferior a la décima parte del original. Esta pequeña cantidad de agua todavía acarrea por entero la carga de sales que anteriormente llevaba todo el sistema fluvial, más los productos químicos agrícolas. El flujo de este afluente envenenado perturba el ecosistema sutilmente equilibrado del delta (allí donde el flujo de agua dulce mantiene el mar a raya) y a su vez afecta a toda la bahía de San Francisco y al Pacífico nororiental (fig. 9-3).

En último término, buena parte de dichos venenos penetran en el mar a través de nuestros ríos, y aquí podemos encontrar el más sorprendente y peligroso efecto de la contaminación agrícola a largo plazo. Ya se ha registrado una importante reducción de las aves marinas de la cúspide de las cadenas tróficas marinas, y se han encontrado residuos de DDT en focas y pájaros bobos de la

4. La cantidad permitida por la Administración Alimentaria y Farmacéutica de los Estados Unidos en la leche de vaca es de 0,05 ppm. La cantidad en la leche humana variaba entre 0,05 y 0,26 ppm.



Fig. 9-7. Los seres humanos se encuentran en la cúspide de una amplia gama de cadenas tróficas, tanto terrestres como marinas. La acumulación de DDT en la grasa corporal humana ha producido a veces enfermedades, pero alcanzó su manifestación más sorprendente en la leche materna en California, en la década de 1960. La traducción del aviso sobre el pecho de esta madre gestante es: «Precaución. Manténgase fuera del alcance de los niños*». Y, al pie: «* La leche en estos envases puede ser inadecuada para el consumo humano. Contenido de DDT: 0,10 a 0,30 partes por millón en la leche de madres que lactan (de 2 a 6 veces la cantidad que se permite en la leche de uso comercial).»

lejana Antártida. Pero además de esta concentración de tóxicos a lo largo de la cadena trófica, similar a la que ya hemos descrito para el ecosistema terrestre, se ha observado un efecto directo sobre determinados organismos que puede ser incluso más peligroso. Los hidrocarburos clorados, en concentraciones muy bajas, de sólo unas escasas partes por billón, pueden reducir la tasa de fotosíntesis y de reproducción celular en las algas marinas. En tanto que productores, las algas son tan importantes en el océano, como la hierba lo es en el ecosistema terrestre. Esta interferencia química en el crecimiento de algas podría resultar teóricamente desastrosa para la vida.

En esta sección hemos comentado rápidamente uno o dos ejemplos del modo cómo los productos químicos agrícolas pueden tener un resultado fundamental sobre el ecosistema de todo el planeta. Hemos visto que la creación de ecosistemas artificiales simples acarrea un peligro en sí misma, a la vez que su efecto sobre el entorno del que estos ecosistemas artificiales dependen puede ser mucho más grave. El empleo de productos químicos en la agricultura debiera estar controlado y supervisado, y el aumento demográfico que exige más comida, y por lo tanto más productos químicos, debiera retraerse mediante el control de la tasa de natalidad. Puede que la humanidad no sea el primer caso de una especie cuya población hacinada sufra la toxicidad de sus propios productos de desecho, pero será la primera en matar al mismo tiempo a una buena proporción de las demás especies vivas que en conjunto hacen que su coexistencia continuada sea posible.

AGRICULTURA, ENERGÍA Y PROPIEDAD

La extraordinaria productividad de la agricultura y de la industria agropecuaria modernas es, por tanto, el resultado de varios factores, todos ellos posibles sólo mediante una inmensa inversión de capital. El plan hidrológico de California costó 3.000 millones de dólares cuando se completó a principios de la década de 1970, y el nuevo plan de drenaje alcanzará, al menos, otros 100 millones. La mayoría de grandes planes de regadío requieren el tipo de inversión que sólo los gobiernos ricos pueden acometer. Pero la

agricultura depende, asimismo, de muchos otros tipos de infraestructura que requieren capital en grandes proporciones, entre los que se cuentan el terraplenado del terreno (asociado con la tecnología de irrigación), el levantamiento de cercas, la construcción de carreteras y de graneros, así como de otros sistemas de almacenamiento. Son quizá más evidentes las inversiones químicas y mecánicas que hemos comentado y las fábricas necesarias para producirlas. Esta industria, que emplea a miles de personas, requiere una inmensa cantidad de energía, así como de materias primas, y el petróleo es actualmente un componente vital de ambas cosas.

Si se tiene en cuenta la magnitud de estos enormes consumos, resulta evidente que la gran productividad de la agricultura industrializada se logra a un coste inmenso, y que únicamente las sociedades ricas pueden mantenerlo. Sin duda, se continuará produciendo alimento en las proporciones que la industrialización haga posible, mientras la gente pueda permitírselo. Pero muchas materias primas y todos los combustibles fósiles tienen un límite, y cuando escaseen subirán los precios. Gran parte de la desnutrición actual del mundo se debe al hecho de que las gentes que se mueren de hambre no pueden pagar los elevados costes que supone comprar, enviar y distribuir los excedentes de cereales de los Estados Unidos.

El cambio desde una agricultura con un consumo muy bajo, como la migratoria, o la agricultura de secano practicada por los españoles en los primeros tiempos de California (y que todavía se llevan a cabo en otras muchas partes del mundo), a la moderna industria agropecuaria, ávida de energía, ha significado una transformación de profunda importancia. Ha permitido a la humanidad expandir su población desde, quizá, poco más de 75 millones hasta los actuales 6.000 millones. Pero a su vez ha situado a sociedades y naciones en posiciones de interdependencia. Los países que producen materias primas están supeditados en muchos casos a los industrializados para obtener suficiente alimento, mientras que estos últimos dependen de aquéllos para sus materias primas esenciales. Inglaterra y los Estados Unidos cuentan con una producción doméstica de petróleo suficiente para que su agricultura funcione durante varias décadas, pero si no se reserva algo de petróleo a tal fin, las fuentes de energías alternativas serán vitales

para ambos países. Aunque algunos avances en la tecnología de aplicación pueden permitir una reducción de los consumos, no hay manera de volver a una agricultura de bajo consumo mientras la población no se reduzca de modo sustancial, lo que es muy improbable.

Otro aspecto de la agricultura ha sido de gran importancia para el desarrollo cultural humano. La movilidad de la caza significa que los cazadores-recolectores prehistóricos y sus equivalentes modernos no se basan para su supervivencia en determinadas zonas de tierra muy específicas, y tampoco invierten sus recursos en ellas. Sin embargo, esto es característico de los agricultores, pues incluso los más primitivos invierten un gran esfuerzo y otros recursos, como semillas, en las parcelas que cultivan. Así, su parcela significa riqueza, y su tamaño y la calidad del suelo determinan su capital. La tierra labrada es propiedad, propiedad que hay que guardar celosamente y por la que hay que luchar si es necesario. Las pertenencias de los cazadores-recolectores son muy pocas y necesariamente transportables, y, a todos los efectos prácticos, existe una igualdad en la riqueza que poseen los distintos individuos. Desde el momento en que la tierra puede ser cercada y labrada, los terratenientes y los que carecen de tierras formarán los ricos y los pobres de una comunidad agrícola. Y la agricultura próspera, que depende como hemos visto de las cercas y de la propiedad privada, puede producir riquezas considerables.

La posibilidad de acumular riqueza es, pues, en un cierto sentido, un producto de la agricultura, que así ha creado el capitalismo. Los agricultores situados en regiones productivas pueden lograr excedentes con los que es posible comerciar para obtener más tierras u otros bienes de valor perdurable. La producción de tales excedentes de comida fue un requisito previo esencial para el desarrollo de otra característica principal del desarrollo cultural del hombre: la ciudad.

RESUMEN

En resumen, el desarrollo de la agricultura es el primero de los principales avances culturales que han transformado la biosfera al

permitir una inmensa multiplicación de la especie humana. La agricultura ha hecho posible la civilización y ha dado a los seres humanos la oportunidad del ocio. Ha liberado al espíritu humano de la búsqueda interminable de comida y refugio.

La agricultura ha supuesto, pues, un beneficio indiscutible para la humanidad, pero en nuestro intento de extraer cada vez más recursos de nuestro ambiente mediante la eliminación de los factores limitantes del agua, la disponibilidad de minerales y los parásitos y depredadores de las plantas (así como de los animales), hemos desarrollado productos químicos que están resultando ser muy dañinos para el planeta. Todos los principales ríos de Norteamérica, Europa y Asia están gravemente contaminados, y en los Estados Unidos el 64% de los contaminantes tienen un origen agrícola directo.

Los mismos seres humanos segregan residuos tóxicos, ya sea directamente o a través de sus industrias. En la India, los ríos, entre ellos el sagrado Ganges, son poco más que cloacas a cielo abierto. 600 km del Ganges están peligrosamente contaminados con residuos humanos y animales, junto con una cantidad creciente de los efluentes tóxicos y peligrosos procedentes de la industria y la agricultura. 54 de los 78 principales ríos de China están gravemente contaminados con residuos urbanos e industriales.

Existe una cierta razón para creer que una concienciación creciente de este terrible problema está generando la respuesta de los políticos, que finalmente están empezando a presupuestar las grandes cantidades de dinero que se precisan para la instalación de plantas depuradores de aguas residuales. Pero nos falta todavía recorrer mucho trecho para transformar y reciclar los productos de desecho de 6 mil millones de personas.

Bibliografía

CONKLIN, H. C.: And Ethnoecological Approach to Shifting Agriculture. En *Environment and Cultural Behaviour* A. P. Vayda. ed., Natural History Press, New York, 1969.

LEACH, G.: *Energy and Food Production*, IPC Press, London, 1976.

RICHARDS, L. A.: *Saline and Alkali Soils*, US Department of Agriculture, Washington, 1969.

WAHAB, A.: The Soil Problems of West Pakistan. En *The Role of Science in the Development of Natural Resources, with Particular Reference to Pakistan, Iran and Turkey,* M. L. Smith, ed., Pergamon, Oxford, 1964.

CARSON, R.: *Silent Spring*, Houghton Mifflin (Boston), Penguin (London), 1962.

RANDOLF, T. G.: *Human Ecology and Susceptibility to the Chemical Environment,* Thomas, Springfield, 1962.

RUDD, R. L.: *Pesticides and the Living Landscape*, Wisconsin University Press, Wisconsin, 1964.

MELLANBY, K.: *Pesticides and Pollution,* Collins, London, 1967.

WODKA, S. H.: Pesticides since Silent Spring. En *The Environmental Handbook*, G. de Bell, ed., Ballantyne, New York, 1967.

WOODWELL, G. M.: Toxic substances and Ecological Cycles. *Scientific American* 216: 24-31, 1967.

WURSTER, C. F.: DDT Reduces Photosynthesis by Marine Phytoplankton. *Science* 159: 1474-1475, 1968.

X. LA CIUDAD

EL AUGE DE LAS CIUDADES

Como vimos en el capítulo VI, lo que parecen ser poblados permanentes aparecen por primera vez en el registro arqueológico durante la época Magdaleniense, y están asociados con abundantes recursos alimentarios fluviales. Desde esta época en adelante, siempre que se podía disponer de medios de sustento a lo largo de todo el año en una única localidad, cabe asegurar la existencia (y probablemente así fue) de poblados permanentes, y existen muchos ejemplos en el registro arqueológico, desde los primitivos

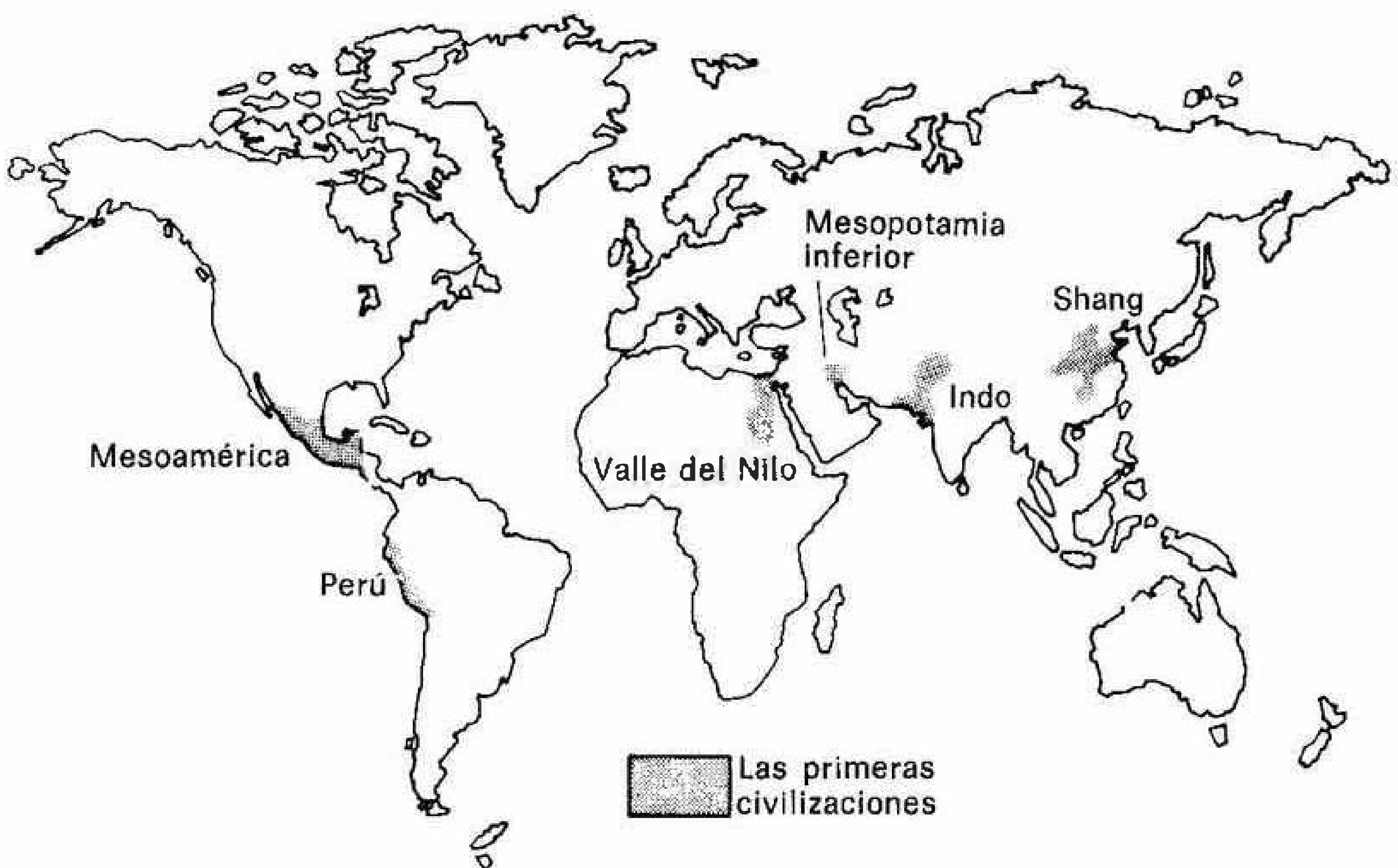


Fig. 10-1. Centros de civilización: las ciudades más antiguas se desarrollaron en regiones de riqueza agrícola.

habitáculos en cuevas costeras de Sudáfrica, hasta los primeros poblados de chozas de Siberia. Allí donde las previsiones alimenticias eran suficientemente grandes y seguras pudieron erigirse pequeños pueblos. La vida nómada de los cazadores y recolectores supervivientes que hemos comentado se debe, pues, en parte a las regiones marginalmente productivas en las que habitan. Los que se asientan en zonas más fértiles construyen, sin duda, aldeas permanentes o semipermanentes, y eventualmente desarrollan la agricultura.

En el creciente fértil (fig. 10-2), donde puede que la agricultura se desarrollara por vez primera,[1] parece muy probable que ésta estuviera precedida por una dependencia acrecentada de cereales silvestres, que podían ser recolectados y almacenados del mismo modo que lo son actualmente las variedades cultivadas. Por toda esta región todavía se encuentran en abundancia cebadas silvestres (*Hordeum* sp.) y trigos silvestres (trigo carraón y trigo escandia, del género *Triticum;* fig. 10-3). Jack Harlan, un botánico americano, recolectó en las montañas de Turquía sudoccidental kilo y medio de trigo escandia silvestre en una hora, utilizando una hoz paleolítica de hojas de pedernal. Desde el momento en que la recolección de cereales silvestres produjo un excedente, los depósitos inmóviles para el almacenamiento de dicho alimento (con frecuencia pozos) habrían propiciado el establecimiento en un lugar fijo, estimulando el concepto de propiedad, como hemos visto. De modo que el asentamiento permanente se habría producido de manera gradual, a medida que se lograba la segura cosecha, y posteriormente la producción de la misma. Podría predecirse que estos logros habrían de ocurrir en zonas de gran fertilidad natural, y los indicios arqueológicos parecen apoyar tal hipótesis.

Los datos más completos (aunque todavía relativamente escasos) sobre el asentamiento primitivo proceden del creciente fértil. Los restos arqueológicos indican que hacia el año 11.000 a. C. se habían establecido las primeras aldeas (fig. 10-4). Los yacimientos

1. Investigaciones recientes han revelado piedras de moler y tubérculos en un yacimiento egipcio datado entre 17.000 y 18.000 años a.p. Otros informes sugieren que los isleños de las Salomón podrían haber estado cultivando plantas alimenticias mucho antes, 28.000 años a.p. Es evidente que todavía nos falta mucho que aprender.

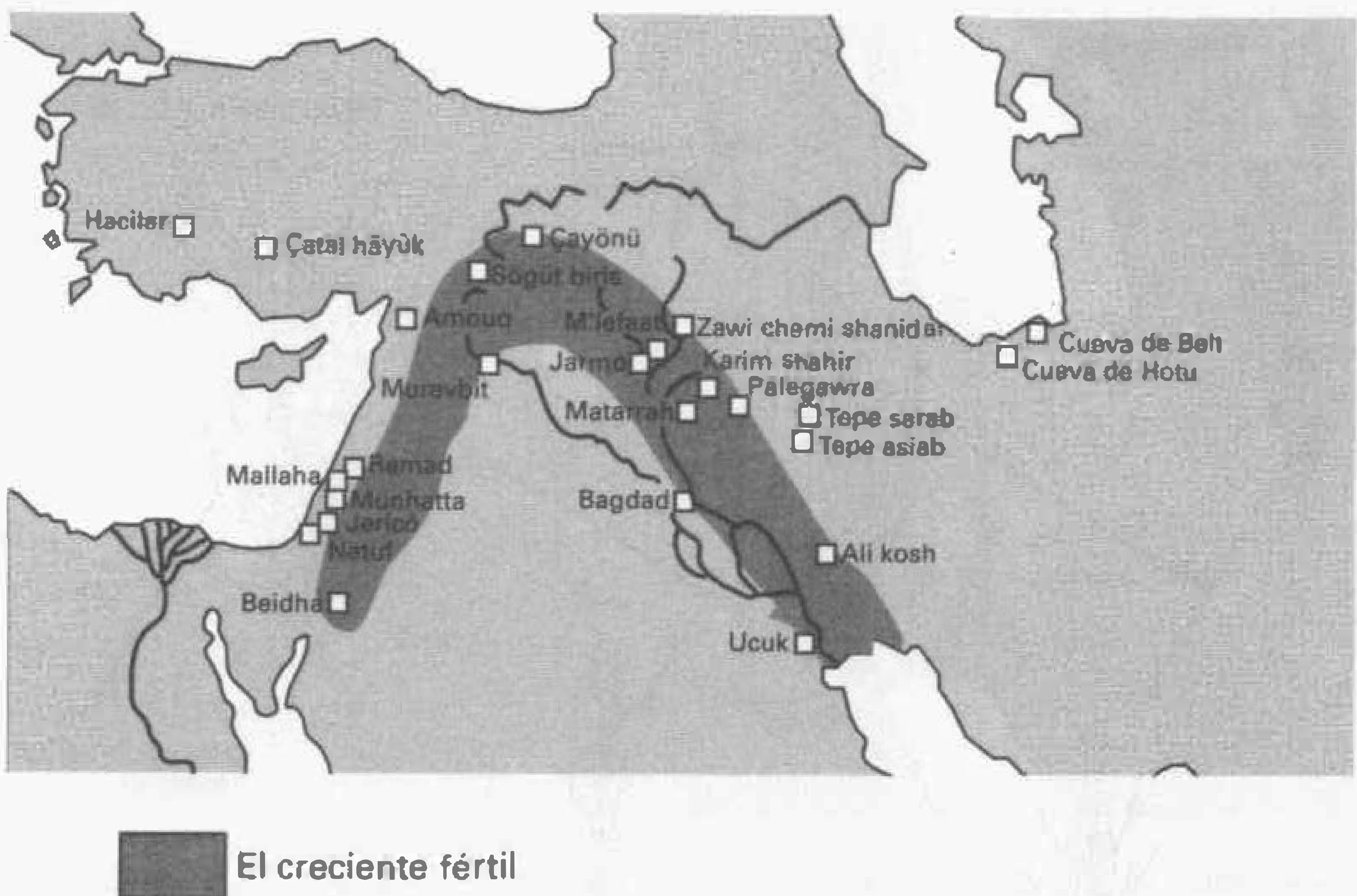


Fig. 10-2. Las estribaciones de las cordilleras que rodean la cuenca del Tigris-Éufrates constituyen el creciente fértil. Cebadas y trigos silvestres crecen en las montañas de la región, y las estribaciones constituyen la cuna ideal para el desarrollo de la agricultura hace de 15.000 a 10.000 años. Más tarde, las tierras cultivadas se extendieron a las llanuras irrigadas de los ríos Éufrates. En la actualidad la pluviosidad es algo reducida y la zona es menos productiva, pero los cereales silvestres montanos todavía prosperan.

de éstas contienen restos vegetales como trigo carraón, trigo escandia (fig. 10-3), cebada de dos carreras, guisante, lenteja y veza. Hacia el año 8.000 a. C. parece haberse establecido la agricultura, y encontramos restos de las plantas anteriores, así como de cebada de seis carreras, trigo doméstico, garbanzo, lino y restos de animales domésticos: ovejas cabras, bovinos y cerdos. Los asentamientos se desarrollaron y crecieron sobre la base de este amplio abanico de productos agrícolas.

Los pueblos, algunos de los cuales habían de convertirse en ciudades, dependían, pues, totalmente de la industria agrícola que los sostenía y, lo que es igualmente importantes, de un adecuado suministro de agua. La disponibilidad diaria de agua potable es vital para todos los primates superiores, y los asentamientos humanos precisaban de ella en forma de manantiales o ríos.

A medida que los asentamientos produjeron excedentes ali-

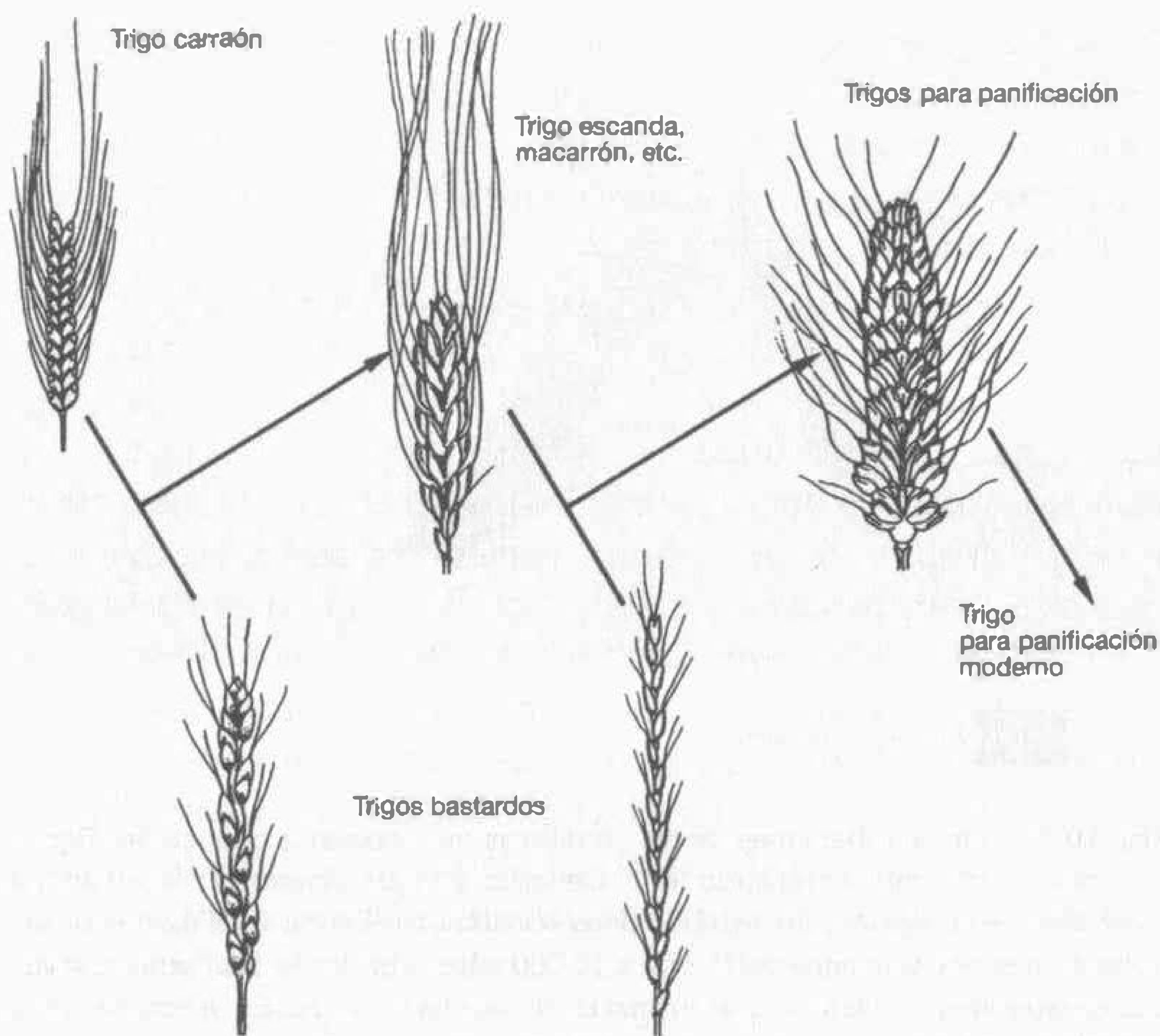


Fig. 10-3. El cruzamiento entre trigo carraón silvestre *(Triticum boeoticum)* y varios trigos bastardos *(Aegilops* sp.) ha dado origen a los modernos trigos para panificación. El proceso de selección ha durado miles de años. (Según Heiser.)

mentarios, los individuos a su vez se convirtieron en excedentes con respecto a las necesidades de la agricultura y comenzaron a desarrollar oficios. De aquí surgió el comercio, junto al desarrollo de una clase de comerciantes. Al paso que los individuos se especializaban en la artesanía, y posteriormente en el arte, los mercaderes empezaron a comerciar con sus productos al igual que lo hacían con los excedentes de alimentos de los agricultores, y entre los asentamientos se crearon rutas comerciales; aquéllos se transformaron en ciudades. Las que tenían una base agrícola floreciente y se hallaban en dichas rutas, en los vados importantes de los ríos o al pie de los puertos de montaña, crecieron y prosperaron. Así nació la civilización urbana.

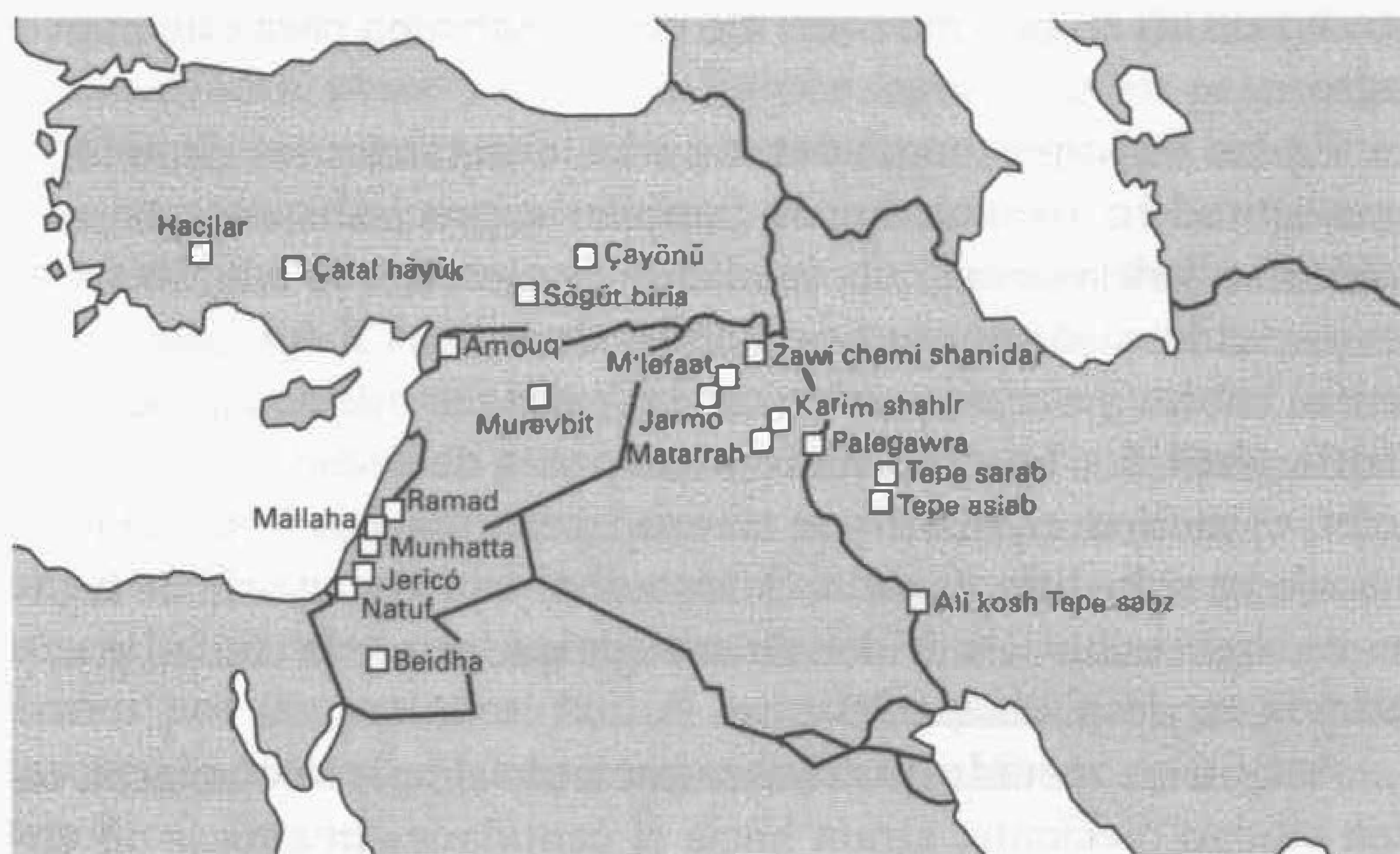


Fig. 10-4. Los pueblos se desarrollaron rápidamente alrededor de esta región fértil y reflejaron el crecimiento de la producción agrícola. De ahí se siguió un aumento de la población. Estos pueblos datan de 9.500 a 8.500 años a. C.

Las ciudades necesitaban no sólo comida y agua, sino también materias primas para su trabajo. Recursos tales como la arcilla para la alfarería, la madera para la carpintería y las minas minerales para extraer metales mediante la fundición, se hicieron cada vez más importantes y se buscaron activamente a medida que el comercio se desarrollaba. Eventualmente, los asentamientos que controlaban las fuentes de materias primas valiosas podían permitirse comprar suministros alimentarios de una zona interior más amplia, y con ello fueron capaces de desarrollarse en regiones de productividad agrícola bastante baja. Comida, materias primas y bienes manufacturados comenzaron a ser transportados de un lugar a otro, cada vez en mayor cantidad, conforme los asentamientos crecieron en tamaño y número. El transporte, primero por hombres y luego por carretas con ruedas de las que tiraban animales, fue una característica importante de la vida urbana. La energía para el transporte en forma de animales de tiro, tales como bueyes, búfalos acuáticos y más tarde caballos, se convirtió en una clave vital para el crecimiento urbano. Así, la domesticación pro-

gresiva de los animales de tiro fue importantísima para este nuevo logro.

En las regiones templadas o en los asentamientos situados a gran altitud en los subtrópicos, también se precisaba energía para caldearse, y después para la fundición de metales. Se talaron árboles y se utilizaron enormes cantidades de leña. Allí donde se mantenían cabras y ovejas voraces, en las regiones más áridas del creciente fértil, los bosques fueron incapaces de recuperarse por sí solos; el suelo se erosionó y se crearon desiertos. El efecto sobre el paisaje ha sido, literalmente, devastador, y en la mayoría de lugares es irreversible. La avidez de energía que posee la ciudad era, y todavía es, despiadada.

Así pues, a medida que el asentamiento simple se convertía en una ciudad creciente, atraía hacia sí cantidades inmensas de comida, de materias primas, de minerales y madera, seguidos de turba, carbón, ganado, estiércol, etc., y abundancia de productos manufacturados procedentes de otros lugares. La energética de los ecosistemas naturales se transformó debido a la complejidad de los sistemas económicos humanos. La invención del dinero promovió todavía más el comercio y las actividades manufactureras. El dinero (un método simple y simbólico de truque de bienes con un valor establecido convencionalmente) tuvo un efecto casi revolucionario sobre el comercio. Como escribiera John Stuart Mill: «Se trata de un mecanismo para hacer rápida y cómodamente lo que se haría, aunque menos rápida y cómodamente, sin él.» Es un símbolo de valor, de energía, y a través de su cambio adecuado puede producir un inmenso desarrollo en la red de intercambio de energía de una sociedad en crecimiento. Así, al facilitar el comercio, el dinero (en una fecha desconocida, pero temprana) facilitó muchas de las características más típicas de la vida en la ciudad.[2] No obstante, la base esencial para este logro siguió siendo, como ocurre hoy en día, la fertilidad y la productividad agrícola de las regiones vecinas.

2. El dinero puede adoptar muchas formas, desde ganado o tabaco hasta cuentas o discos de piedra. La acuñación de metal apareció aproximadamente hacia el año 4000 a. C., y las monedas troqueladas hacia el año 2700 a. C. en el estado griego de Lidia, en el Asia Menor. El papel moneda no apareció en Europa hasta el siglo XVII, aunque fue introducido centurias antes en China.

El comercio y los conceptos del valor dependían de la medida de cantidades, pesos y tamaños. Parece seguro que los pesos y las medidas debieron desarrollarse en este época, junto con máquinas simples para pesar, como balanzas, y varas de medir. Los registros más antiguos que poseemos proceden de Oriente Medio: los antiguos egipcios habían reconocido un «codo» común de 52 centímetros hacia el año 5000 a. C. Se basaba en la longitud del brazo desde el codo hasta la punta de los dedos. Los primitivos agricultores también medían superficies de terreno, y probablemente los pesos se relacionaban con la cantidad que podían acarrear o levantar un hombre o un animal doméstico. Todos estos logros, que damos por descontados, fueron esenciales para la expansión de formas de comercio, y a su vez produjeron la invención de las matemáticas simples.

ESPECIALIZACIÓN

El desarrollo de la ciudad produjo una proliferación de actividades humanas. La artesanía, que antiguamente habíase limitado a la preparación de utensilios líticos, de objetos sencillos de cuero o vestidos, y de productos confeccionados de fibras vegetales o de madera, podía ahora multiplicarse para incluir todo un abanico de nuevas herramientas, adminículos y medios. También registramos la introducción de objetos de cerámica como platos, cuencos y jarras, y eventualmente productos de metal. Utensilios de todas clases, joyas, vestidos, muebles y arreos fueron creados en muchas formas, tanto para los pobres como para los ricos, así como para su exportación. Los materiales escasos y los bienes de todo tipo eran importados por mercaderes y comerciantes. Eventualmente, ciertas ciudades se especializaron en determinados productos y se hicieron famosas por la excelencia de los mismos.

A medida que el ingenio humano producía el desarrollo de una gama creciente de productos manufacturados, los artesanos se especializaban cada vez más, de manera que muchos de ellos podían realizar sólo una gama limitada de actividades y dependían de otros no sólo para la obtención de alimento, sino para la de productos esenciales, como agua y combustible. De modo que la

especialización vino necesariamente acompañada de la interdependencia, y ésta produjo una red «ecológica» de bienes y energía no distinta en principio de las redes tróficas de que se ha hablado en el capítulo I. La energía en forma de alimento, de materiales, o de bienes muy apreciados, pasa de mano en mano. Entra en la ciudad en forma de materias primas pesadas y con frecuencia voluminosas, y sale de ella como productos acabados de menor peso y de mayor valor (fig. 10-5). La interdependencia de los componentes de este sistema es tan compleja y fascinante como la de los componentes de una red trófica natural.

El sistema opera basado en la confianza mutua y en el egoísmo civilizado. Todos se benefician de ello mientras el sistema esté bien equilibrado. El desequilibrio relacionado con el suministro de alimento y de energía puede producir la desnutrición y el hambre, así como el derrumbamiento del sistema social.

La mayoría de los antiguos imperios pueden considerarse como el intento por parte de una ciudad o estado de asegurar un suministro de alimentos fijo y constante. La Roma imperial im-

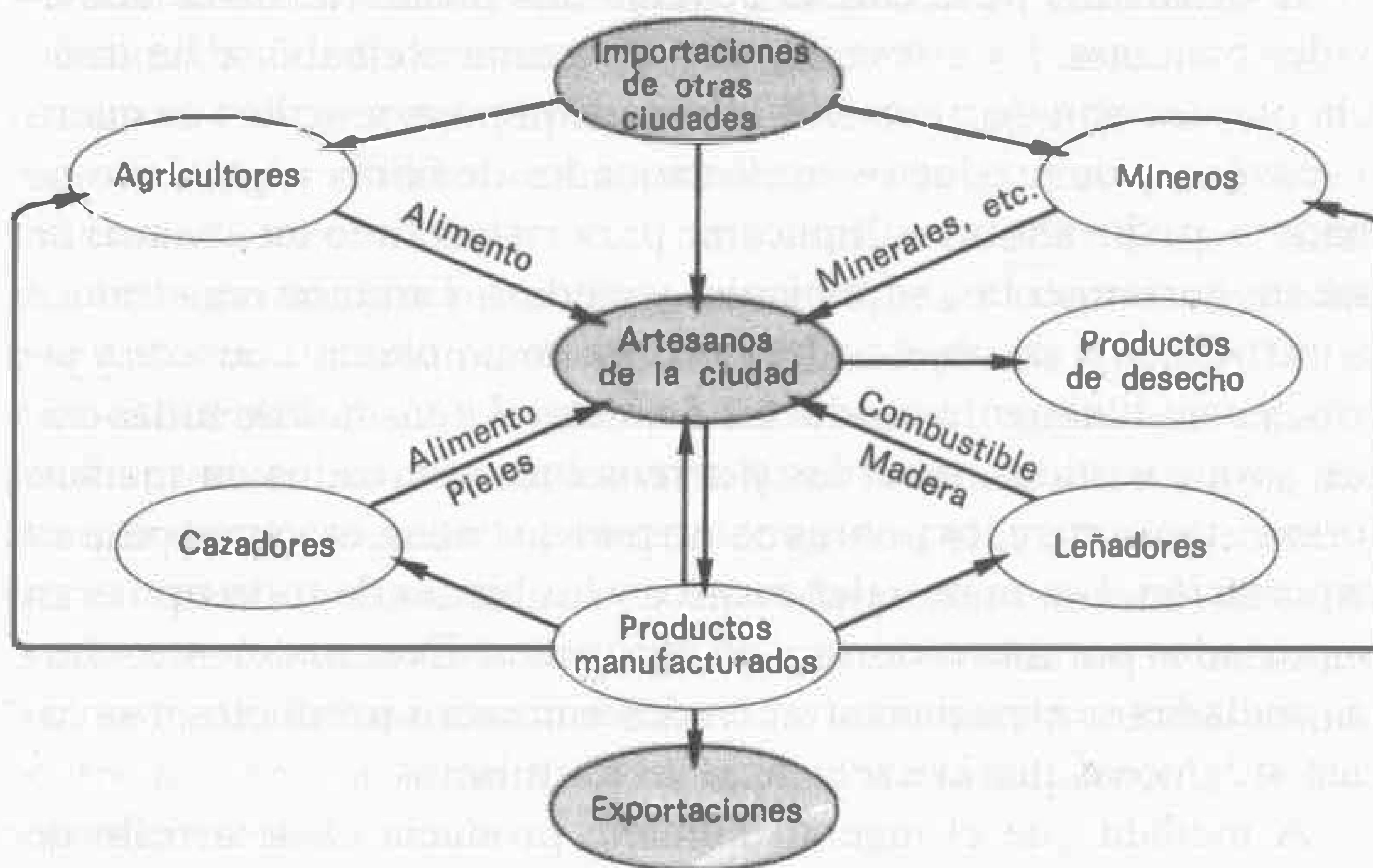


Fig. 10-5. El flujo de energía de una ciudad, en forma de alimento, combustibles y materias primas de toda suerte, es inmensamente complejo, y en este esquema se ha simplificado mucho. Sin embargo, los principios no son distintos de los correspondiente a una red trófica natural: seguimos siendo parte de la naturaleza.

portaba anualmente enormes cantidades de grano de Sicilia, el norte de África y Egipto. El grano se pagaba mediante tasas y tributos que se debían al tesoro imperial, y se distribuía gratuitamente a todos los ciudadanos residentes de Roma, posiblemente unas 100.000 personas. Se estima que la capital azteca, Tenochtitlán, recibía como tributo anual más de 50.000 toneladas de comida, junto con ropas y metales. Puesto que en las Américas no se utilizaban animales de tiro antes del contacto con los europeos, todos estos bienes eran transportados por hombres. El poder político se utilizaba para garantizar los recursos y para extraerlos a un costo mínimo.

A medida que los asentamientos rurales, siguiendo las innovaciones agrícolas, aumentaban de tamaño, el campo podía enviar el exceso de población a las ciudades, y todavía lo hace en la actualidad en la mayor parte del mundo. En el pasado esto solía ser deseable, puesto que la ciudad, con frecuencia, se expandía rápidamente y la tasa de natalidad era inferior a la rural (como sigue ocurriendo en casi todo el mundo). Sin embargo, un movimiento demasiado rápido de las gentes hacia la ciudad ha creado una clase de pobres urbanos que, en la actualidad, plantea a los gobiernos uno de sus mayores problemas (fig. 10-6).

ENFERMEDAD

La tasa baja de natalidad de la ciudad es una característica muy significativa de la vida urbana, pues refleja el hecho de que en los asentamientos humanos en los que la población se ha hecho densa, la ausencia de medidas sanitarias permitió el desarrollo de un sinnúmero de enfermedades infecto-contagiosas no muy importantes entre los asentamientos rurales, entre las que hay que incluir el cólera y la peste. Las enfermedades pueden transmitirse de cuatro maneras principales:

1. Gérmenes transportados por el aire a partir de toses y estornudos (p. ej., sarampión, tos ferina).
2. Contaminación fecal de alimentos y agua (p. ej., tifus, diarrea, cólera y parasitosis intestinales).



Fig. 10-6. Las barriadas pobres parecen ser una consecuencia inevitable del crecimiento de las ciudades. Sólo podrán ser eliminadas finalmente cuando la población y su distribución entre campo y ciudad se estabilice al fin. Ésta es una típica barriada de una ciudad centroamericana (en El salvador). *(World Bank Photo, Jamie Martin.)*

3. Vectores como mosquitos o pulgas (p. ej., malaria, peste).
4. Contacto (p. ej., sífilis, sarna, tracoma).

Es evidente que los dos primeros grupos tienen probabilidad de convertirse en un problema grave en cualquiera de los densos asentamientos humanos, mientras que el éxito de los dos grupos últimos de enfermedades dependerá de la adaptabilidad del vector a la vida urbana y a la cantidad de contacto individual que la cultura permite. En Croydon, cerca de Londres, en fecha tan reciente como 1937 hubo 341 casos de tifus con 43 muertes. La infección se debió a un único obrero que había estado trabajando en uno de los pozos de la ciudad y resultó ser portador de fiebre

tifoidea. Las grandes pestes del siglo XIV se debieron en su mayor parte a bacilos transmitidos por pulgas procedentes de los millones de ratas que habitaban en cada ciudad europea. En Inglaterra se ha estimado que durante la Gran Peste de 1664-65 murió la séptima parte de la población de Londres. La otra razón para la expansión de las enfermedades en las ciudades es el bajo nivel de nutrición de muchos de los ciudadanos (en especial los pobres urbanos cuya inmunidad se halla reducida) y la temprana exposición de los niños de las ciudades a estas infecciones.

El factor de las enfermedades urbanas fue tan importante en la historia humana que ha sido responsable de tendencias culturales de largo alcance, relacionadas con la limpieza, la comida, el saludo y un sinfín de detalles menores del comportamiento que limitan y controlan el contacto humano y que no pueden catalogarse aquí. Algunas de las ciudades más antiguas, como Cnosos en Creta y Hanapa, así como la Roma imperial, no escatimaron enormes esfuerzos para construir acueductos, depósitos de agua potable, baños, retretes y alcantarillas, y hacia el año 600 a. C. se estaba edificando en Roma una gran alcantarilla, la *cloaca maxima*. El transporte y la eliminación de los productos de desecho fue casi tan importante como el transporte de alimento: el ciclo de energía natural de la población humana tuvo que ajustarse y, en algunos casos, modificarse profundamente, para adaptarse a la densidad y tamaño de la ciudad; las plagas y los organismos portadores de las enfermedades tuvieron que controlarse de algún modo, aunque aún no se conocía la existencia de los microorganismos.

TECNOLOGÍA Y CULTURA

Como hemos visto, la tecnología en su forma más fácilmente reconocible, la de los utensilios líticos, tiene con seguridad más de 2,5 millones de años (capítulo III), y en la forma de útiles simples de huesos y madera bien pudiera ser mucho más antigua.

La utilización de utensilios siempre ha estado ligada primariamente (si no totalmente) a la extracción de recursos alimentarios del ambiente. Se utilizaron palos para excavar raíces, recipientes para contener pequeños frutos, caracoles o insectos, y agudas las-

cas de piedra para despellejar animales y cortar la carne. Martillos pétreos más pesados se utilizaron para aplastar y fracturar huesos de los que extraer la médula. Estos utensilios hicieron posible aumentar la capacidad de la especie para la extracción de alimento de un modo impresionante. El desarrollo posterior de la tecnología fue similar en su función, y produjo una abundancia de recursos todavía más efectiva.

La tecnología de los medios (capítulo IV) fue asimismo un logro importante en la prehistoria, e hizo posible la adaptación a zonas frías que de otro modo eran inadecuadas para los seres humanos. Refugios, ropas, contenedores de distintos tipos, encañizadas y redes para peces y muchas otras invenciones hicieron posible una expansión de su área de distribución, así como una extracción más eficiente de los recursos. La biomasa de la especie humana aumentó muchísimo. Desde una fecha mucho más tardía se emplearon máquinas, primero en forma de armas, como el arco y la flecha y la cerbatana, y también ellas aumentaron el potencial de aquellas poblaciones que dependían de la caza. Así, las tres primeras subdivisiones de la tecnología (utensilios, medios y máquinas) se desarrollaron para permitir que los seres humanos aumentaran sus recursos alimentarios y su número. Hacia el décimo milenio a. C., siguiendo un desarrollo extremadamente lento pero que iba acelerándose, la tecnología primitiva de la humanidad era sorprendentemente avanzada. El ulterior desarrollo de la básica aumentó rápidamente con la creación de las ciudades, y los avances en las técnicas agrícolas, en especial el regadío, hicieron posible un rápido crecimiento urbano.

La ciudad reunió a las gentes en grandes grupos, y las ideas pudieron intercambiarse ampliamente como antes nunca había sido posible. Aunque no debemos jamás menospreciar la tecnología de los cazadores y recolectores, que casi con seguridad era mucho más compleja de lo que la mayoría de gente supone, no hay duda de que en las ciudades se produjo un desarrollo ulterior y mucho mayor de ella.

Otros tipos de actividad creativa se estaban convirtiendo, asimismo, en importantes. Las artes se desarrollaron y florecieron; las pinturas rupestres más antiguas (24.000 años a. C.) del sudoeste de Francia están asociadas a asentamientos más o menos perma-

nentes en las entradas de cuevas o en refugios rocosos. Las ciudades supusieron una gran aceleración de la expresión artística, y la decoración empezo a aparecer en la mayoría de campos de la artesanía. Los bienes de lujo bellamente diseñados y acabados se vendían a precios mucho más elevados que los productos utilitarios. La belleza se apreciaba por ella misma y era valorada; en consecuencia, muchos utensilios se embellecían artísticamente (uno de los primeros ejemplos de lo que parece artesanía no funcional; fig. 10-7). Sin embargo, y puesto que cuanto más trabajo se ponía en un producto mayor era su valor, el embellecimiento artístico sirvió para generar riqueza sin aumentar el consumo de ma-

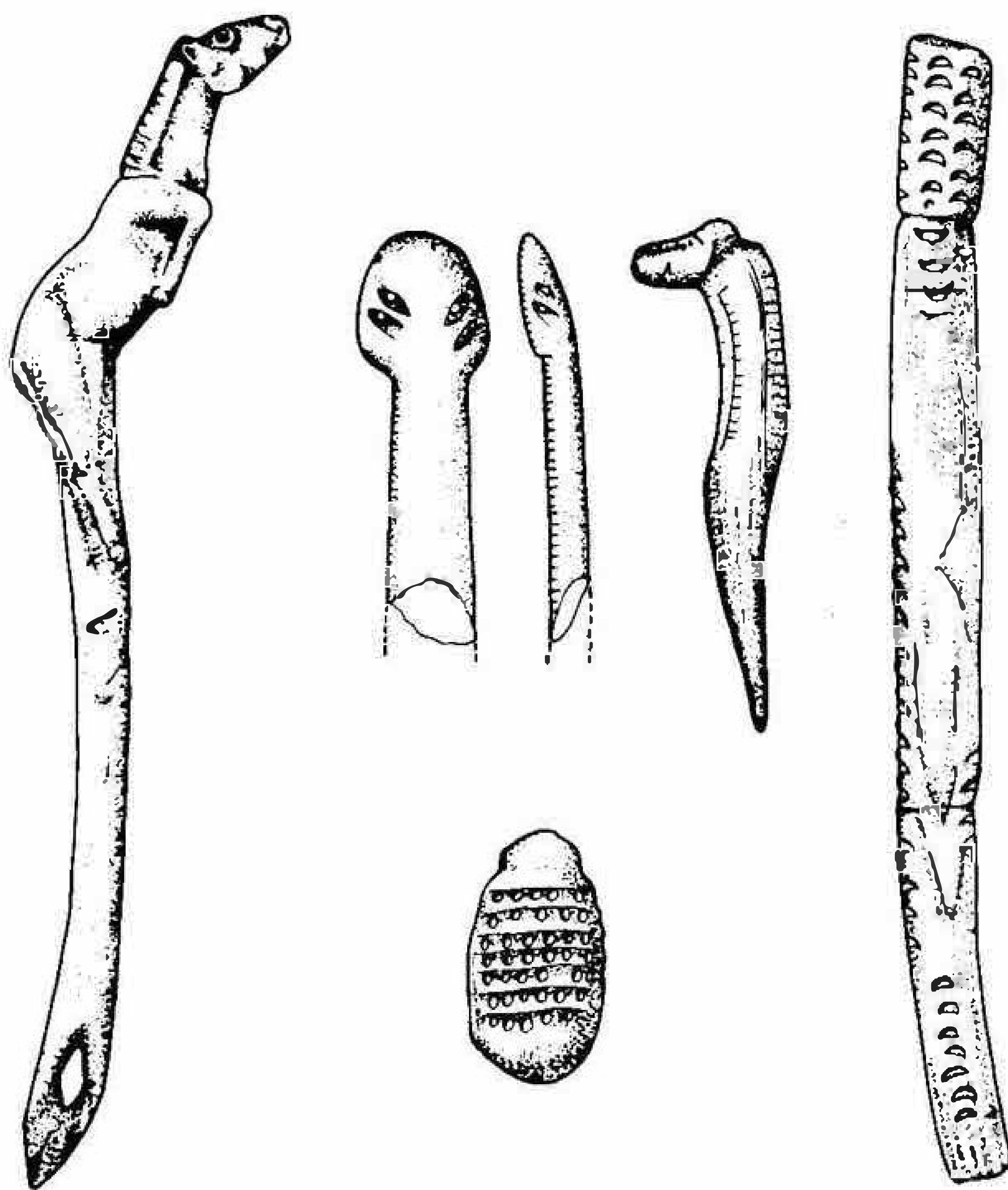


Fig. 10-7. El arte rupestre más primitivo en el sudoeste de Francia y España septentrional está asociado a cierto grado de asentamiento permanente, de edad magdaleniense. Sin embargo, estaba asentado en un lugar y se creó para fines rituales, y no para el comercio. Muy poco después, pequeños objetos fueron decorados e intercambiados, como estos utensilios de hueso.

terias primas. Allí donde se da un exceso de mano de obra puede crearse riqueza sustituyendo de este modo unos productos por otros mejores. Un ejemplo típico es la producción de las más bellas alfombras persas en las aldeas rurales. El arte sirvió a la vez a la religión y a la industria.

Otro aspecto de la tecnología cobró importancia más adelante: el desarrollo de *instrumentos* como relojes, microscopios, etc., que hacían viable el descubrir más cosas sobre el ambiente y el Universo de las que previamente se conocían. Se hizo evidente que para aumentar nuestra tasa de extracción de recursos necesitábamos comprender con más detalles los procesos naturales y las sustancias. La observación y la comprensión de la naturaleza (las ciencias naturales) iban a convertirse, eventualmente, en la piedra maestra para aumentar los recursos y su extracción del medio.

Podemos ver, pues, que el equipo tecnológico de la humanidad constituye la adaptación única de la especie: su manera de aumentar la extracción de recursos a un nivel de eficacia muy por encima del que se observa en cualesquiera otras especies.

Sin embargo, la cultura es más que la tecnología. Parafraseando nuestro argumento en el capítulo I, la cultura puede definirse como la totalidad de lo que la sociedad humana practica, produce y piensa, que es posible transmitir mediante el aprendizaje. La cultura es la parte no biológica de la adaptación de la sociedad a su ambiente, y por ello no es sorprendente que las culturas varíen tanto como lo hacen los entornos.

RESUMEN

Si el lector entra en cualquier supermercado de cualquier ciudad occidental encontrará productos agrícolas y alimentos procesados de todo el mundo. Los productos de artesanos y artistas son asimismo objeto de un comercio a escala mundial; la producción industrial es básica para el comercio mundial. Muchos habitantes de las ciudades no se dan cuenta en absoluto del origen de los productos alimenticios que consumen y de su dependencia de una industria agroalimentaria floreciente. Los agricultores, a su vez, dependen de los productos fabricados en las ciudades y del petró-

leo que precisan (que a menudo es importado) para sus tractores. La ciudad y el campo están inexorablemente conectados por una interdependencia nada fácil. Los agricultores, sin embargo, generan la producción de cereales y de otros productos primarios de los que depende la civilización mundial. La creación de recursos alimentarios y la extracción de energía, en forma de leña, carbón o petróleo, son todavía los pilares que sostienen la superestructura de la civilización.

La característica más evidente de las ciudades es que ofrecen a sus habitantes humanos un ambiente completamente nuevo y enteramente diferente a cualquier otro de los que se encuentran en la Tierra. Constituyen un ecosistema tan distinto como un bioma totalmente nuevo. Por tal razón han producido un tipo nuevo y especial de adaptación cultural humana, incluyendo una nueva tecnología. La novedad sobresaliente es la organización social altamente desarrollada, tan característica de los grandes grupos sociales muy organizados; la innovación tecnológica sobresaliente se sitúa, quizás en el campo del transporte y se centra en la invención de la rueda. Hasta la aparición de las ciudades el transporte de bienes (o de personas) no tenía casi importancia para las poblaciones humanas. En la actualidad la vida de la ciudad depende para su misma existencia de un sistema de transporte eficaz y muy complejo. De manera que el ambiente urbano ha generado muchos de los logros más típicos y extendidos, culturales y tecnológicos, de la humanidad.

Bibliografía

HEISER, C. B.: *Seed to Civilization: the Story of Man's Food*, W. H. Freeman, San Francisco, 1973.

HARLAN, J. R.: *Crops and Man*, American Society of Agronomy, Madison, 1975.

UCKO, P. J., TRINGHAM, R. y DIMBLEBY, G. W.: *Man, Settlement and Urbanism*, Duckworth, London, 1972.

UCKO, P. J. y DIMBLEBY, G. W.: *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*, Duckworth, London, 1969.

XI. EL ECOSISTEMA HUMANO: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

«La población, cuando no es regulada, aumenta en una proporción geométrica. La subsistencia, sólo en una proporción aritmética. Un mínimo conocimiento de matemáticas mostrará la inmensidad del primer potencial en comparación con el segundo.

Por esta ley de nuestra naturaleza que hace que el alimento sea necesario para la vida del hombre, los efectos de estos dos potenciales desiguales deben ser mantenidos iguales.

Ello implica un freno sobre la población, poderoso y en constante acción, a partir del problema de la subsistencia. Tal dificultad debe acontecer en algún punto, y, necesariamente, sufrida con todas sus consecuencias por una gran parte de la humanidad.»

Ensayo sobre el principio de la población, 1798
T. R. Malthus, 1766-1834

LA EVOLUCIÓN DEL ECOSISTEMA

En los capítulos precedentes hemos visto de qué modo los homínidos evolucionaron a partir de una especie tropical y arborícola, hasta una forma terrestre y bípeda que colonizó los principales biomas del mundo. A lo largo del proceso de radiación desde los trópicos, la humanidad ha ejercido un influjo cada vez más profun-

do sobre el ambiente habitado, en especial en los últimos miles de años, en los que la habilidad tecnológica ha aumentado muy rápidamente. Cuando el número de seres humanos era reducido y la densidad de población baja, se adaptaron a los ecosistemas existentes tanto biológicamente como por el comportamiento, sin grandes modificaciones de la estructura del sistema. Así, durante la mayor parte de la prehistoria humana, ha sido posible esbozar distintos tipos de adaptaciones a los diferentes ecosistemas en los que la especie humana participó: tropical, bosque templado, pradera, bosque boreal, etcétera. Hoy en día, sin embargo, y debido al actual nivel de desarrollo tecnológico y a un fenómeno asociado, el enorme aumento en la población, las fronteras entre los distintos sistemas se han hecho menos características, y puede verse a la humanidad participando en lo que esencialmente es un único



Fig. 11-1. En la actualidad, toda la tierra que puede ser cultivada, con una inversión limitada de capital, depende del arado. Extender los cultivos sería muy costoso, y en muchos casos ecológicamente desastroso. El único recurso restante que todavía podría producir más alimento para el hombre es el océano. Sin embargo, las inversiones precisas pueden ser antieconómicas ante las posibles ganancias. Nunca ha habido y no hay en la actualidad una escasez de alimento caro; el factor crítico es el elevado coste de la producción y el transporte que limita la distribución de muchos alimentos a las naciones más pobres.

ecosistema mundial: la biosfera. Nuestra supervivencia, como especie, depende de que reconozcamos este hecho.

En las páginas que siguen intentaremos identificar con precisión las variables sistémicas críticas y los cambios entre sus relaciones, que han transformado a la especie humana desde una serie de pequeños grupos relativamente aislados, que vivían en una relación bastante estable con su ambiente, hasta una única población, ensamblada, de forma compleja, cuyos mismos métodos de crecimiento amenazan la viabilidad de la especie. Intentaremos pasar revista a nuestros problemas actuales y a nuestro posible futuro, en tanto que especie.

DESDE LA PREHISTORIA HASTA LA ACTUALIDAD

El bipedismo y la manufactura de herramientas, junto con la caza y la recolección de alimento y las exigencias que estos comportamientos planteaban a los homínidos primitivos, parecen haber desempeñado un papel fundamental en la producción de aquellos tipos de comportamiento que pensamos que son peculiares de los seres humanos: el lenguaje, un potencial acumulado para el aprendizaje de las nuevas generaciones, la cooperación entre machos, lazos hijo-madre estrechos y prolongados, que con frecuencia continúan en la vida adulta, y la familia nuclear como la unidad económica básica.

Los logros de comportamiento y las capacidades tecnológicas de la humanidad se desarrollaron a lo largo del Pleistoceno temprano y medio a un ritmo muy lento. Con el uso regulado del fuego, junto con el desarrollo de medios simples como los vestidos de piel y estructuras para cobijarse, los hombres salieron de los trópicos y semitrópicos y se dirigieron a ambientes templados e incluso boreales. Todavía dependían, casi exclusivamente, de recursos terrestres (alimentos vegetales y herbívoros) que compartían su hábitat; es decir, eran recursos «ganados». Se ha estimado que toda la población humana durante el Pleistoceno medio sumaba un millón de personas, con una densidad media de sólo 0,1 individuo por kilómetro cuadrado. Los seres humanos vivían en grupos que probablemente oscilaban de 25 a 50 individuos, y su número y ha-

bilidades tecnológicas eran tales que el impacto sobre los seres vivos que los rodeaban no fue muy destructivo; participaban en ecosistemas esenciales estables. La base para una desviación radical de esta pauta aconteció muchos milenios después, y fue consecuencia de un cambio en los métodos de caza que influyó profundamente en el crecimiento de la población.

Hacia el año 25.000 a. p. hombres completamente modernos vivían en la mayor parte del Viejo Mundo y habían comenzado a poblar el Nuevo Mundo. En todos aquellos lugares en los que se han encontrado yacimientos de este período, revelan una adaptación común: la explotación sistemática de los rebaños de mamíferos migradores, con una dependencia grande en una o dos especies. Muchos yacimientos se agrupan a lo largo de valles que servían de rutas de migración para los rebaños que se desplazaban en busca de pastos de verano e invierno. En lugar de seguir a los rebaños en sus movimientos anuales, las gentes se instalaban a lo largo de estos valles y capturaban a los animales cuando éstos atravesaban la zona. Aunque no sabemos en qué período de la prehistoria apareció por primera vez este método de caza, hay indicios que sugieren que estaba perfectamente regulado en algunas zonas ya hacia el año 45.000 a. C. En efecto, por la época en que encontramos yacimientos del Paleolítico superior ampliamente distribuidos, éste era el modo de caza dominante.

Este tipo de caza suponía la explotación de recursos «no ganados» y permitía a las poblaciones humanas extraer energía de zonas muy alejadas de las que ocupaban. Permitió a los seres humanos un grado mucho mayor de sedentarismo, con lo que desaparecieron gran parte de las necesidades para una limitación estricta del tamaño de la familia. A finales del Magdaleniense puede verse que otro tipo de recurso «no ganado» desempeñó un papel fundamental al permitir un grado todavía mayor de sedentarismo y una ulterior expansión de la población; los recursos fluviales. La adición de peces, aves y mamíferos acuáticos a la dieta de los cazadores del Paleolítico tardío ayudó a soportar las épocas de escasez, y puesto que estos elementos aparecen regularmente en los yacimientos de los conchales de primer orden del Magdaleniense tardío, hay pruebas de un rápido crecimiento de la población. Además, este complejo particular de recursos fluviales aparece en

filones arqueológicos de amplias zonas del Viejo y del Nuevo mundos a finales del Pleistoceno.

A medida que las poblaciones crecían rápidamente, aquellas localidades favorecidas para la explotación a la vez de recursos terrestres y acuáticos se fueron habitando, y muchos grupos que surgieron de poblaciones primitivas fueron forzados a dirigirse a zonas semiáridas, menos favorables. En este contexto, la recolección de semillas de cereales, que podían almacenarse, resultó adaptable. Los intentos más antiguos que se conocen de agricultura aparecen en zonas adyacentes a yacimientos establecidos en la orilla de un río. Debido a su auge y al excedente almacenado, hubo una dependencia humana creciente con otros tipos de recursos: agua para el regadío, combustible y otras materias primas, que eran transportados a grandes distancias, hacia pueblos y aldeas en crecimiento.

TENDENCIAS EN ECOLOGÍA HUMANA

Con el desarrollo de la urbanización (que siguió rápidamente a la agricultura) y su última consecuencia, la industrialización, ya se perfilaban ante nosotros los actuales problemas del aprovechamiento intensivo de los recursos naturales, el exceso de población y la contaminación. A partir de nuestra larga investigación de la historia de la especie humana, pueden distinguirse varias tendencias ecológicas fundamentales al trazar el camino desde los sencillos cazadores-recolectores a las complicadas y preocupadas sociedades humanas que existen en la actualidad.

La tendencia más fundamental, desde los campamentos más primitivos del Pleistoceno, en la base del desfiladero de Olduvai hasta el Londres o Nueva York modernos, es acrecentar el aprovechamiento de la energía libre del ambiente. Como escribió un sabio chino (Tang Zhong), «la naturaleza proporciona la fuerza del caballo; la humanidad, los arneses». Esta captación de energía no afecta solamente al alimento y su consumo, sino también al empleo de combustibles y al aprovechamiento de fuentes de energía como los ríos, el viento, etc. La importante distinción entre utensilios y medios es fundamental. Durante la larga etapa de los

tiempos del Pleistoceno temprano, la humanidad dependía de una tecnología basada esencialmente en los utensilios. Una tendencia muy marcada en la dependencia de medios (presas, embalses, casas, canales de irrigación, recipientes, etc.) caracterizó las adaptaciones del Pleistoceno terminal y del pospleistoceno, y supuso el control de la energía. Las máquinas, que son instalaciones complejas de utensilios y medios, aparecen relativamente tarde en la prehistoria: el atl-atl y el arco y la flecha son ejemplos de máquinas primitivas. Sin embargo, desde los primeros asentamientos urbanos en adelante, las máquinas desempeñan un papel cada vez más importante en ayudar a la gente a capturar, domeñar y transformar la energía de su entorno.

Una segunda tendencia que podemos ver en las adaptaciones humanas es la capacidad de situarse a caballo de un número creciente de niveles tróficos. Desde la dieta primariamente vegetariana de los homínidos más primitivos a la compleja cocina de que gozan las civilizaciones superiores, esta tendencia es sorprendente. A medida que los seres humanos extendían su área de distribución desde los trópicos y los subtrópicos hacia los ambientes templados y árticos, la cadena trófica no sólo se hizo más larga, sino que la gente dependía de vegetales y de consumidores de varios niveles. La ventaja de haberse adaptado a varios tipos de alimento es que las escaseces en el suministro de un tipo de comida pueden compensarse con la abundancia de otro. Cuando mayor es el número de alternativas, mayor es la flexibilidad y la seguridad del recurso base, pero también es mayor el potencial de destrucción ambiental por parte de los seres humanos.

Una tercera tendencia que aparece como corolario del uso sistemático de recursos no ganados es una dependencia creciente en los medios de almacenamiento y transporte. Con el desarrollo de la agricultura, esta necesidad fue muy importante. La existencia de cualquiera de las grandes ciudades modernas no sería posible sin un complejo de medios de almacenamiento y transporte para mercancías, tales como alimentos, agua, combustible y otras materias primas.

En cuarto lugar, la producción de energía, la agricultura moderna y el transporte dependen todos de una tecnología muy desarrollada, y es evidente que las tres primeras tendencias son posi-

bles gracias a la tecnología basada en la investigación científica. El cerebro humano, cuyo tamaño se ha triplicado en los últimos dos millones de años, ha hecho posible todos estos logros. Este extraordinario aumento en el tamaño cerebral debe ser un producto de la retroalimentación en una situación en la que los seres humanos de cerebro mayor resultaron adaptarse mejor a sus ambientes cambiantes.

En quinto lugar, la población humana ha aumentado del orden de cinco mil veces a lo largo del período de nuestro estudio. Esto, por sí sólo, ha tenido el efecto más devastador sobre el ambiente y nuestra propia adaptación al mismo. Cuánto más rápido cambiamos nuestro ambiente, con mayor rapidez necesitamos adaptarnos a este cambio, y al hacerlo lo cambiamos todavía más. Es éste un círculo de retroalimentación positiva que se está acelerando a una tasa alarmante.

Vemos el inicio de estas tendencias en los primeros estadios de la evolución humana. El uso regulado del fuego hizo posible la explotación de una gama más amplia de alimentos y combustibles, el abanico trófico aumentó, y los depósitos de alimento fueron un factor importante en las zonas templadas. Pero con la obtención de recursos no ganados, hacia el final del Pleistoceno, el sedentarismo y la expansión de la población resultante, estas tres tendencias se aceleraron sistemáticamente, junto a la evolución cultural. Es el transporte y el almacenamiento de comida y la explotación de combustibles fósiles lo que ha hecho posible el reciente y espectacular desarrollo de la tecnología. La supervivencia de la civilización depende claramente del desarrollo de fuentes de energía permanentes (como la energía atómica, solar o marítima) cuando las reservas de petróleo se agoten, que es lo que ocurrirá inevitablemente en el próximo siglo (tabla 11-1).

Sin embargo, la supervivencia de la especie humana no depende del *ulterior* desarrollo de estas tendencias. Debido a las cantidades de comida y combustible que las poblaciones humanas requieren, un desarrollo ulterior de las mismas podría resultar catastrófico. Lo que se necesita son formas de producción de energía y de alimento menos costosas y más fiables, y medios de transportes más eficientes.

TABLA 11-1. DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS

Recursos inagotables	Recursos agotables pero renovables	Recursos agotables e insustituibles
Cantidad total de:	Agua potable	Suelo
Atmósfera	Vegetación	Determinados minerales
Agua	Vida animal	Especies raras
Rocas	Poblaciones humanas	Determinados ecosistemas
Energía solar	Determinados minerales del suelo	Paisaje en su condición natural
	CO_2 y O_2 no contaminados	Buena parte del agua freática
	Determinados ecosistemas	

RECURSOS Y POBLACIÓN

El ritmo al que la humanidad altera el ambiente está alcanzando en la actualidad un punto en el que podemos dañar grave e irreversiblemente nuestras expectativas de supervivencia. Cualesquiera que sea el campo que examinemos de actividades de extracción de recursos por parte del hombre, la historia es siempre la misma, en agricultura, pesquerías, silvicultura o combustibles: la productividad se halla estrictamente limitada o está descendiendo. Incluso las aguas dulces plantean un problema creciente: 148 de las mayores cuencas hidrográficas del mundo están reguladas únicamente por dos países, y otras 52 más, por otras diez naciones. Las previsiones en el aumento de la población implican que las necesidades de agua en el año 2000 pueden ser el doble de las que eran en 1971, y se precisará más si se mejora el nivel de vida. La competencia para el control de recursos hídricos limitados podría exacerbar fácilmente la tensión internacional.

Un mejor nivel de vida y una población en aumento son las dos amenazas gemelas para la supervivencia de la humanidad. ¿Cuál es hoy el panorama de la población, y cuáles son las previsiones?

La tendencia actual hacia una edad más avanzada de matrimonio y la tendencia a la reducción del número familiar han significa-



Fig. 11-2. Este mapa indica la densidad de población del mundo. Los mayores establecimientos humanos se encuentran en las zonas templada y subtropical septentrionales y corresponden a regiones de elevada productividad agrícola. Una densidad de población elevada es característica de la civilización, pero acarrea muchos males, entre ellos las enfermedades y los elevados costes del transporte. El requerimiento fundamental es que la densidad esté relacionada con la base de recursos. La riqueza de una sociedad debe medirse en términos de la riqueza total, que puede hallarse repartida de modo arbitrario y escaso entre las masas hambrientas.

do que la tasa de natalidad ha caído en muchos países (pero no en todos) durante la última década, tanto en los desarrollados como en los subdesarrollados. Aunque ésta es una tendencia importante y muy deseable, la población mundial está aún aumentando con mucha rapidez. Recientes previsiones de las Naciones Unidas indican que la población del mundo en el año 2000 puede alcanzar 6.300 millones ±6%. Esto supone un 50% más que los 4.000 millones de personas que vivían en 1978. Las inclinaciones actuales sugieren que el crecimiento no se detendrá hasta el año 2070, con una población mundial de 11.000 millones (fig. 11-3).

Estas previsiones se hacen suponiendo que la nutrición y la asistencia médica per cápita continuarán a los actuales niveles. Sin embargo, es evidente que los límites de la productividad de la Tierra y las tensiones sociales y biológicas generadas por las enormes

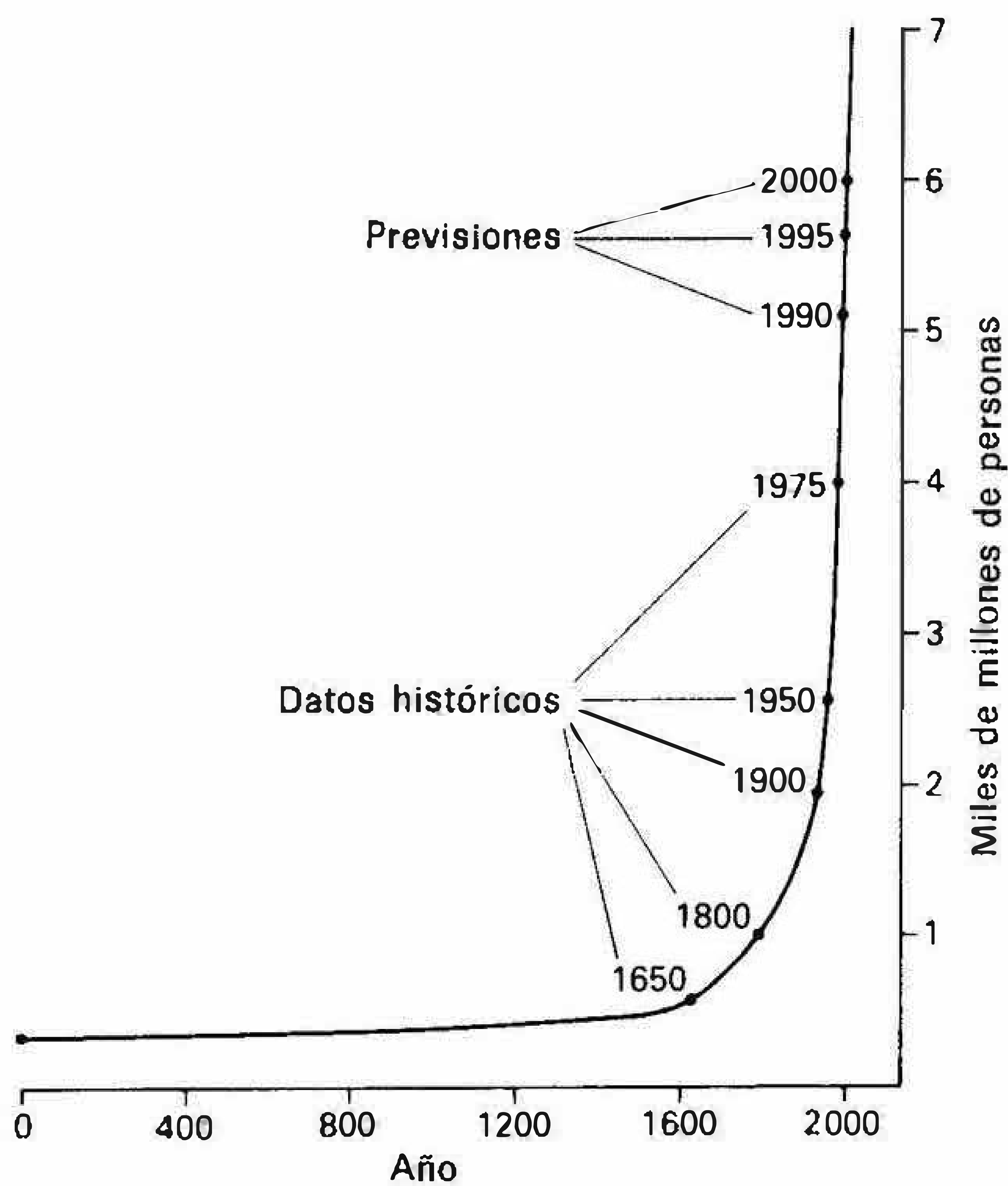


Fig. 11-3. La curva de la población para la humanidad es una indicación sorprendente de la expansión de recursos por parte del hombre y el resultante aumento en biomasa humana. Aunque son comunes las predicciones que estiman que al final del siglo la población alcanzará más de 6.000 millones de personas, es difícil imaginar de qué modo podrán generarse los recursos que mantengan a un tal número de gente. La calidad de vida sólo puede descender drásticamente para todas las naciones, exceptuando las más ricas y con poblaciones estables.

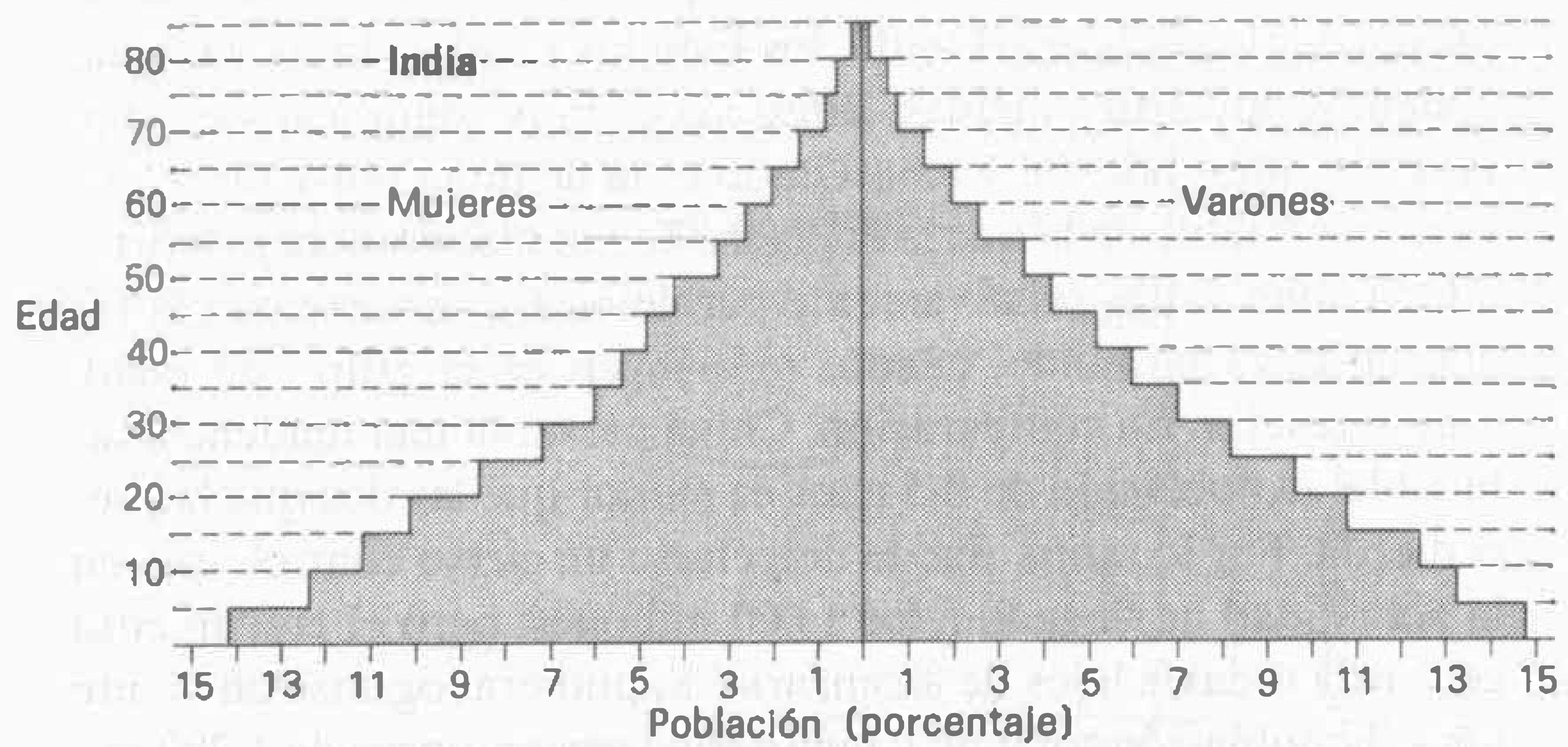
poblaciones no permitirán que el aumento se dé hasta el límite previsto. Se verá limitado, bien por el control planificado de la natalidad, bien, lo que es más probable, por hambres y guerras. La regulación de la natalidad se está extendiendo lentamente en la mayoría de países desarrollados y en algunos de los subdesarrollados, pero todavía falta mucho por hacer. China es un ejemplo notable de un país que ha sufrido un aumento muy rápido de la población, pero que finalmente está mostrando síntomas de con-

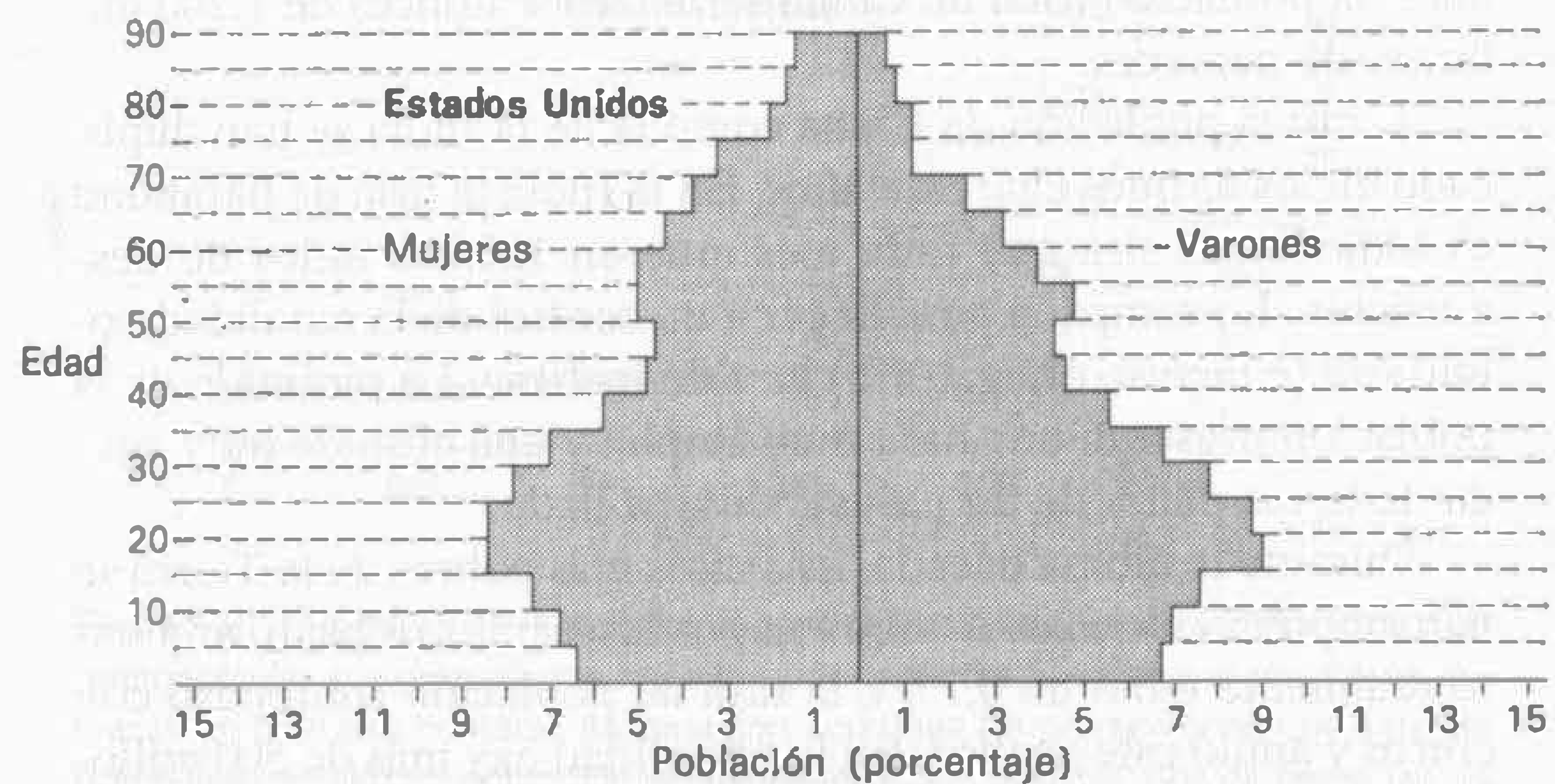
tención. Cuando se examinan las «pirámides» de población de (por ejemplo) el Reino Unido, los Estados Unidos, India y China, podemos advertir algunas diferencias muy significativas (fig. 11-4). La pirámide del Reino Unido es la de una población relativamente estable en la que la baja tasa de natalidad y la baja mortalidad le dan cartas relativamente paralelas. Compárese con la India, en cuya pirámide, cuanto más joven es el grupo de edad, mayor resulta. En comparación, China presenta una tendencia saludable: la población de 0-5 años es menor que las dos que la precedieron. Por lo tanto, puede detectarse un cierto control, que en la actualidad ha llegado a los 1.000 millones; pero el crecimiento cero está todavía lejos de alcanzarse. Si pudiera lograrse en veinte años, la población total de China sería para entonces de 1.200 millones de personas.

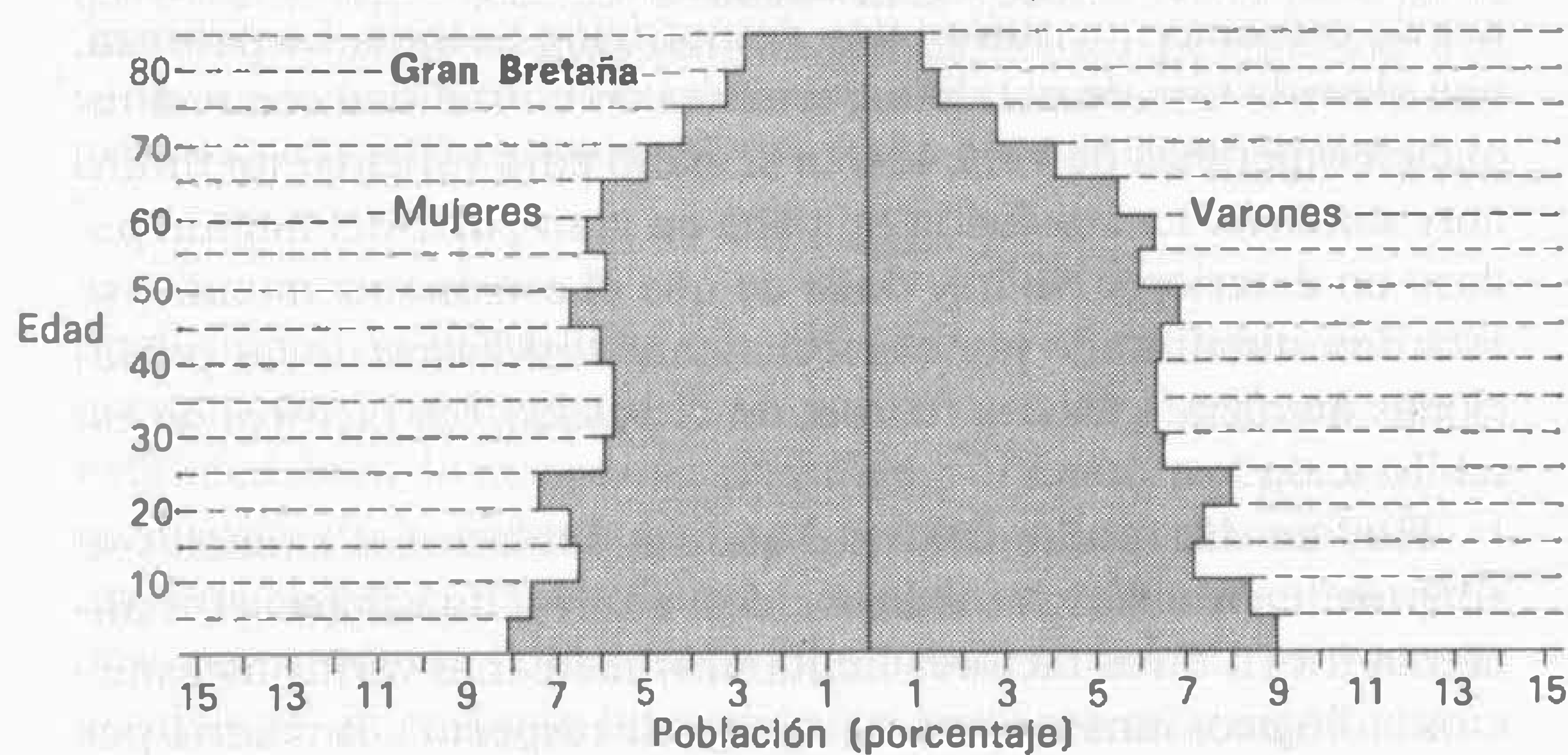
Tanto la población de China como la de la India se han duplicado en los últimos cuarenta años. En la India la tasa de natalidad es todavía tan alta que cada mes mueren 100.000 niños de desnutrición. La campaña para llegar a un control de la natalidad voluntario (e incluso obligatorio) ha sido ineficaz. La pirámide de la población presenta una base muy amplia y una cúspide muy aguda: la típica pauta de un país subdesarrollado.

Durante la última década, los países más pobres de la Tierra se han empobrecido más. Aunque su producto interior bruto aumentó realmente (sólo un 0,7%), la tasa de población sobrepasó con creces y anuló este avance. En la actualidad hay más de 500 millones de personas que sufren una desnutrición notoria. La pobreza, una elevada tasa de natalidad, una alta de mortalidad con una reducida esperanza de vida, se dan la mano para vaticinar un futuro muy sombrío. La condición humana en gran parte del mundo padece un deterioro. No hay duda de que el ecosistema mundial se está desestabilizando por el crecimiento rapidísimo de las poblaciones humana. ¿Cuáles fueron, en el pasado, los factores de estabilización?

Hoy en día resulta evidente que las poblaciones animales se adaptan, en muchos casos conocidos, al nivel de sus recursos alimentarios (u otros factores limitantes) mediante varios mecanismos biológicos innatos y no simplemente respecto a la muerte por hambre o sed, y estos mecanismos se ponen en juego en respuesta


India
Mujeres
Varones
Edad
80
70
60
50
40
30
20
10
15 13 11 9 7 5 3 1 1 3 5 7 9 11 13 15
Población (porcentaje)


Estados Unidos
Mujeres
Varones
Edad
90
80
70
60
50
40
30
20
10
15 13 11 9 7 5 3 1 1 3 5 7 9 11 13 15
Población (porcentaje)


Gran Bretaña
Mujeres
Varones
Edad
80
70
60
50
40
30
20
10
15 13 11 9 7 5 3 1 1 3 5 7 9 11 13 15
Población (porcentaje)

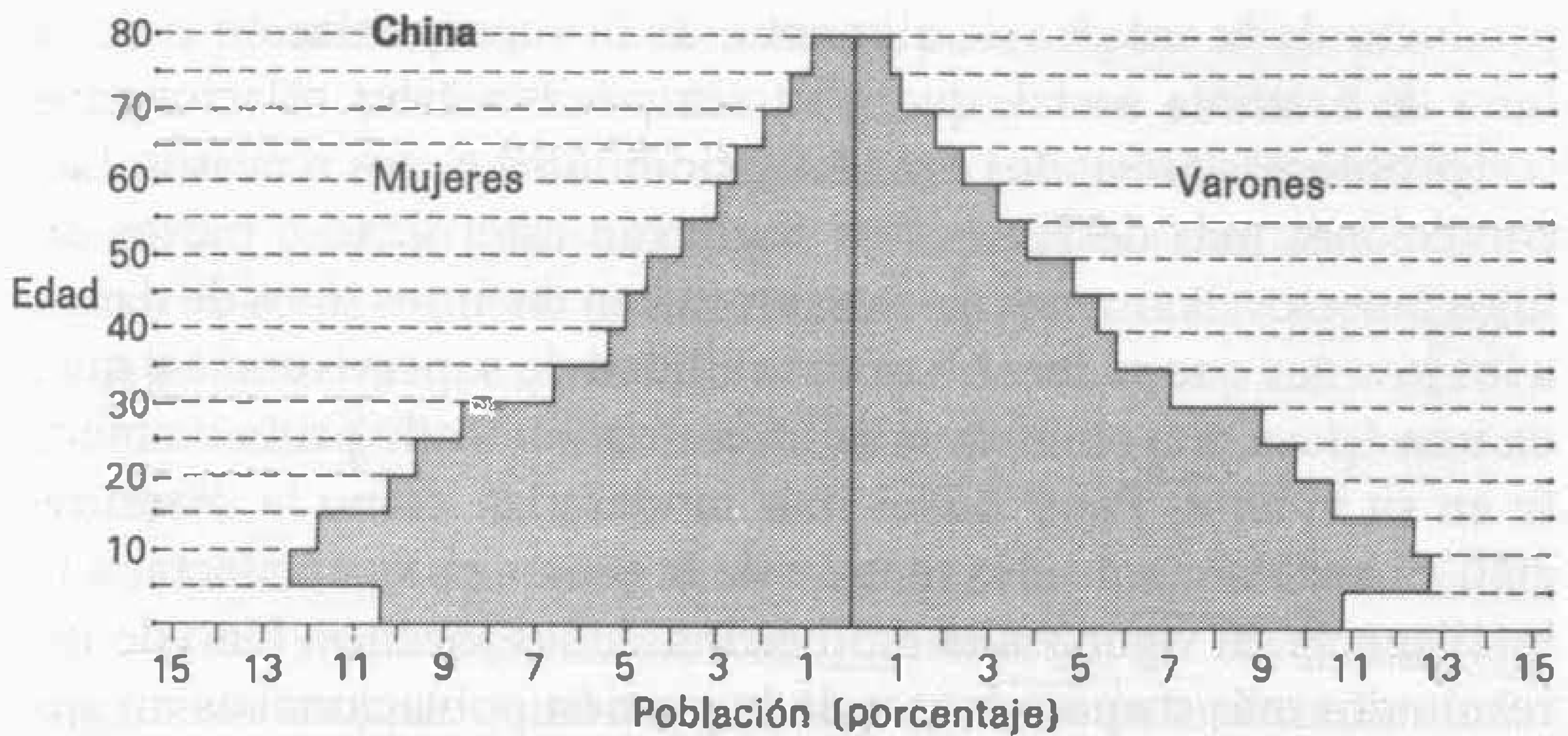


Fig. 11-4 *(b).* En China, una reducción en el número de hijos nacidos en los últimos años es una indicación halagüeña de control de población. Cada año que este control se retrase en otros países producirá millones de muertes infantiles.

a señales de hacinamiento incipiente antes de que se den las graves escaseces de recursos. Las señales toman la forma de la percepción por parte del animal de algún factor en su ambiente, y disparan los mecanismos fisiológicos que reducen la fertilidad, o bien disminuyen la tasa de supervivencia de los fetos o de los recién nacidos.

Cabría esperar que algunos de estos mecanismos pudieran haber sobrevivido durante la evolución humana, y de hecho no existe ninguna razón *a priori* por la que se coligiera que su efectividad habría quedado reducida. En realidad, hay indicios de que tales mecanismos existen probablemente en las poblaciones humanas, aunque la relación entre causa y efecto suele ser difícil de demostrar. Se ha comprobado en varios casos que los abortos y la mortalidad infantil están asociados a presiones que actúan sobre la madre durante el embarazo, o quizá con anterioridad a éste. Serían

◀ **Fig. 11-4** *(a).* Las pirámides de población, que muestran el porcentaje de cada grupo de edad de cinco años, o cohorte, en la población total, indican muy claramente las tendencias demográficas a corto plazo. En el Reino Unido, ha oscilado un poco, pero es más o menos estable, y en los Estados Unidos se está acercando a la estabilidad. En la India todavía se da una expansión uniforme, lo que sólo puede acarrear consecuencias desastrosas.

producto de la escasez de alimento, de la superpoblación o de la falta de armonía social, que a su vez pueden estar relacionados con problemas asociados con la disponibilidad de los recursos. Las condiciones más desfavorables conllevan esterilidad o partos de hijos muertos; las menos severas producen distintos tipos de daños a los jóvenes que reducen su probabilidad de supervivencia y que, en una época más primitiva, habrían desembocado probablemente en su muerte. Penalidades más moderadas, como la desnutrición, el hacinamiento o la tensión de la guerra parecen afectar a la inteligencia, al vigor y a la motivación de los jóvenes. Uno de los resultados más sorprendentes de la presión poblacional es un aumento de la irritabilidad y la intolerancia, de modo que los hijos de corta edad (al igual que las esposas) pueden ser maltratados, a veces hasta la muerte. Algunos de los problemas que advertimos entre los adolescentes posiblemente sean también una respuesta a la tensión a la que al parecer somos impotentes para poner freno.

En un mundo superpoblado, el desarrollo de jóvenes en un ambiente urbano hacinado y degradado, sin papel social ni perspectivas de tenerlo, es algo relativamente nuevo en la historia humana y parece destinado a producir un comportamiento autodestructivo.

Desde luego, la humanidad moderna ha reducido la efectividad de estos frenos naturales sobre las poblaciones al construir apartamentos a prueba de ruidos y toda suerte de artificios arquitectónicos y estructurales para disminuir los tirantes efectos de las poblaciones masificadas. En el otro extremo de la cadena causal, la profesión médica intenta aliviar los resultados de la tensión mediante el empleo de drogas y de psicoterapia, y preserva la vida de los niños que han nacido fatalmente inadecuados para enfrentarse con una vida normal. Hemos dicho que la cadena causal entre tensión y trauma no está siempre, ni mucho menos, claramente demostrada, pero no se cuestiona el que exista de manera amplia y que encuentre su base en una respuesta fisiológica natural, que es biológicamente adaptativa.

La selección natural no genera felicidad o contento a menos que tenga valor de supervivencia. Si la nuestra depende de los abortos, de una elevada mortalidad infantil, de la deficiencia mental, de la criminalidad, de la perversión sexual, etcétera, estos

factores permanecerán con nosotros a pesar de los tremendos esfuerzos de la profesión médica. Pero hay una alternativa a la que aferrarse: los métodos culturales de control de la población hace miles de años que se conocen, y aunque el infanticidio e incluso el aborto pueden parecer crueles y en muchas sociedades se considera que son moralmente condenables o indeseables, son sin duda mejores que las respuestas biológicas a la superpoblación.

A medida que las poblaciones sedentarias aumentaban en tamaño y densidad hacia finales del Pleistoceno, los efectos de las enfermedades (que quizá no eran importantes en los estadios más primitivos de la evolución humana) se convirtieron en un factor significativo en su crecimiento. Cuando, después del desarrollo de la agricultura, los niveles de población se acercaron de nuevo a la estabilidad, se hubiera muerto mucha más gente que antes, lenta y dolorosamente, de enfermedad o desnutrición, si no hubiera surgido algún método racional de control.

Ahora empieza a resultar evidente que el infanticidio ha sido un medio muy extendido, probablemente a nivel mundial, de controlar el crecimiento de la población entre los cazadores-recolectores, los agricultores e incluso los habitantes de las ciudades. Era común en Europa en tiempos medievales y subsistió en la mayor parte del mundo hasta que los colonos y los misioneros occidentales consiguieron detenerlo. En la ley inglesa todavía se distingue entre infanticidio y asesinato[1]; si es cometido por la madre se considera comparable a algo tan baladí como homicidio no premeditado.

En términos de sufrimiento humano, es posiblemente la mejor solución a una tasa de natalidad desmedida, en la que los modernos métodos de contracepción se desconocen. En el pasado, algunos pueblos han mantenido una idea muy clara con respecto a este problema. En las islas Ellice, del Pacífico, por ejemplo, el infanticidio era ordenado por ley; una familia tenía derecho a sólo dos hijos, pues los isleños padecían escasez de comida.

La interferencia bienintencionada que en sociedades humanas estables produjeron los misioneros, tanto médicos como religio-

1. A los efectos legales, un infante es un niño menor de un año de edad.

sos, ha tenido un resultado desastroso en la vida de estas gentes, cuyas poblaciones han aumentado más deprisa que su capacidad para desarrollar los recursos básicos. La consecuencia ha sido la aparición de países «subdesarrollados», agobiados por la pobreza. Es más exacto afirmar que no existen «países pobres», sino únicamente países superpoblados. Puesto que el recurso básico de cada país varía, la capacidad límite varía asimismo. En un mundo ideal, la población de una nación debería reflejar adecuadamente su base de recursos. *Ésta es la única manera de elevar a la larga el nivel de vida de la gente en los países «más pobres» en un ecosistema mundial finito.* Sin el control e incluso (en algunos casos) la reducción del tamaño de la población, la productividad per cápita ya no puede aumentar de manera significativa.

Noruega es instructiva al respecto. En gran parte un desierto ártico con pocos recursos naturales (excepto madera y petróleo), Noruega soporta una población estable de sólo 4 millones de personas en 308.000 km², con un nivel de vida relativamente alto. El PIB per cápita supera los 20.000 dólares. Mozambique ocupa 778.000 km², tiene una población de 9 millones de habitantes y es razonablemente fértil; su PIB es de 100 dólares por persona.

La situación en el Reino Unido también es instructiva. Con una población actual de 56 millones de personas, el país produce sólo el 54% de sus necesidades alimentarias. El resto debe pagarse mediante la exportación de bienes y servicios. Mientras la gente pueda generar estas exportaciones y venderlas, será posible soportar esta población a un nivel de vida alto. Pero el Reino Unido depende aterradoramente de los mercados mundiales (es decir, de la necesidad que el mundo tiene de lo que Gran Bretaña produce), y no hay garantía para esto. Con pocos recursos naturales excepto buena tierra agrícola, el país depende de las tradiciones industriales y de la pericia de sus habitantes.

La interdependencia mediante el comercio es el equivalente humano del flujo de energía en un ecosistema natural y, como tal, es productivo y estabilizador. Pero la interdependencia requiere estabilidad en las pautas comerciales para la supervivencia de todos los componentes del sistema. Si hemos de sobrevivir, precisamos estabilidad en todos los parámetros: tamaño de la población,

base de recursos y productividad, todo ello a niveles que la Tierra puede mantener indefinidamente.

A finales del XIX los nuevos descubrimientos de la medicina (como la demostración por Pasteur de que los microorganismos eran la causa de las enfermedades) provocaron una nueva aceleración en el tamaño de la población, no a través de un aumento del número de niños a los que les era permitido sobrevivir, sino mediante la reducción de la tasa de mortalidad. La esperanza de vida al nacer es en la actualidad de más de setenta años en los países occidentales, pero en muchas partes de África y Asia puede ser muy baja, inferior a los cuarenta y cinco años. Por tanto, la enfermedad es todavía un importante factor en el control de población, en especial en los países subdesarrollados en los que, o bien no hay medicina occidental, o bien los médicos no consiguen obtener los medicamentos necesarios para tratar a sus pacientes. Sin embargo, en muchas regiones nos encontramos con que salvar vidas es sólo condenarlas a que sufran desnutrición y muerte por hambre. En total, cerca de 1.500 millones de personas se hallan desnutridas o con una nutrición deficiente y, como hemos visto, 500 millones de personas padecen hambre de forma crónica o mueren a consecuencia de una desnutrición prolongada.

La concepción de más hijos que el número al que los padres pueden garantizar el suministro de alimento, no amenaza hoy en día la supervivencia de la mayoría de ellos, de forma inmediata, en la casi totalidad de países (como ocurre y ocurría entre los cazadores-recolectores nómadas). Así, la limitación familiar ya no es un acto vital para la supervivencia de los padres, de modo que el tamaño familiar, en la mayor parte de países, todavía está determinado por la enfermedad y el hambre. Es una suerte que en la actualidad se disponga de métodos de control de natalidad que nos permiten limitar el número de la familia sin tener que echar mano del aborto o del infanticidio. Técnicas primitivas eran conocidas por los antiguos griegos y egipcios, pero sólo en los últimos veinte años la profesión médica ha desarrollado medios que son simples y seguros. Éste es uno de los pocos ejemplos (otro es, quizás, el descubrimiento de los anestésicos) en el que el progreso científico y tecnológico puede ser, y en ocasiones es, un beneficio incuestionable para la humanidad. La necesidad de limitar la tasa de na-

talidad es capital. El coste que para el ambiente tendría cualquier incremento ulterior (y en realidad, incluso el mantener el número actual de seres humanos) sería incalculable.

DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN

A falta de un control de natalidad efectivo y a escala mundial, el único plan de acción humanitario alternativo es intentar aumentar los recursos alimentarios y otros esenciales. La historia de los últimos 10.000 años es la del desarrollo agrícola, y hoy en día todavía es posible incrementar la productividad mediante el empleo de métodos y tecnología, variedades de plantas y animales recién desarrolladas, y abundantes fertilizantes orgánicos o inorgánicos. Hemos presenciado un progreso enorme en las técnicas agrícolas y la población que actualmente puede mantener el mundo es probablemente 100 veces superior a la que lograba sostener en los inicios de ella. Este desarrollo continuo y enriquecedor de la agricultura y de la ganadería condujo a Voltaire a proclamar lo que, en el siglo XVIII, parecían tan evidente: «La naturaleza es inagotable, y el trabajo infatigable es un dios que la rejuvenece.»

Hoy sabemos, ¡ay!, que la naturaleza es finita en su providencia, y que hemos llegado cerca de sus límites. Los países subdesarrollados claman a Occidente para que se les ayude a conseguir un mayor «desarrollo» (palabra que aparentemente significa no sólo desarrollo agrícola, sino desarrollo industrial, y la construcción de carreteras, vías férreas, etc.), al que se denomina infraestructura. El fin explícito de dicho desarrollo es el de mejorar la vida de las personas.

Hoy en día, «desarrollo» es, en la mayoría de los casos, un eufemismo con el que se designa a la explotación ambiental. La mayor parte de zonas del mundo capaces de soportar un nivel elevado de productividad agrícola ya están desarrolladas; las regiones que no están completamente «desarrolladas» (como la cuenca del Amazonas), no se hallan, en su mayor parte, adaptadas a ello. Gran parte de lo que bajo la denominación de desarrollo se ha realizado hasta la actualidad ha resultado ser una manera de obtener beneficios rápidos sin ningún tipo de beneficio a largo plazo.

El coste para la biosfera es peligrosamente alto; hoy en día se calcula que cada año se incendian entre 16 y 20 millones de hectáreas.

Por lo mismo, tantos proyectos de desarrollo aparentemente valiosos, como la perforación de pozas de agua en Masailandia y los extensos planes de irrigación en el Punjab y en California, han tenido resultados sorprendentes e inesperados. Podrían citarse muchos más ejemplos en donde los desiertos y las enfermedades se han extendido, y en los que la industria ha contaminado vitales manantiales de agua. La construcción de la gran presa de Asuán sobre el Nilo (fig. 11-5), en el Alto Egipto, es probablemente el ejemplo más reciente e insólito de un proyecto de desarrollo supuestamente maravilloso que se está demostrando que tiene resultados secundarios devastadores (de los que sólo algunos fueron previstos por los ecólogos). La mayoría de estos efectos resultan del hecho de que la enorme carga anual de limo fértil que previamente el Nilo arrastraba río abajo para enriquecer las tierras agrí-



Fig. 11-5. La presa de Asuán es uno de los proyectos de irrigación más importantes y caros que jamás se hayan emprendido. Puso en cultivo miles de hectáreas del Alto Egipto, pero su efecto sobre el ecosistema total del Nilo, es motivo de seria preocupación.

colas del valle y del delta, así como al Mediterráneo, en la actualidad se está depositando por encima de la presa, en el lago Nasser. En consecuencia, no sólo el lago acabará rellenándose, sino que grandes cantidades de costosos abonos artificiales han de suministrarse a tierras agrícolas que antaño eran fertilizadas naturalmente. Una pesquería de sardina en aguas de la desembocadura del Nilo se ha derrumbado, y las capturas de peces están reduciéndose en todo el Mediterráneo oriental.

Además, la tasa de evaporación en el lago Nasser es tal actualmente, que la cantidad total de agua en el Nilo se ha reducido y la concentración de sales, por lo tanto, ha aumentado. Egipto se encuentra falto de agua. Los canales de regadío recientemente excavados portan esquistosomiasis, que afecta a millones de personas; y a medida que la capa freática sube, la salinidad aparece en las tierras agrícolas. Y eso es sólo una parte de la historia, pero es suficiente para demostrar que la tecnología y las buenas intenciones, adecuadamente financiadas, no son suficientes.

La maraña de problemas relacionados con la energía, la población y el alimento que se nos presentan con una complejidad tan inesperada ha dado origen a la expresión «problemática mundial». Nos enfrentamos a una diversidad cada vez mayor de problemas con un nivel de comprensión y de capacidad que, en comparación, se hallan muy retrasados. Tenemos que abandonar los cambios y empezar a estudiar el mundo, y luego intentar educar a la humanidad antes de que sea demasiado tarde, antes de que la degradación y la contaminación irreversibles se extiendan todavía más. Nos hallamos cerca de los límites que nuestro ambiente impone necesariamente. Es realmente imposible incrementar ya más la producción de alimento en muchas regiones, y en otros lugares los costes están aumentando, tanto social como ambientalmente. En muchos países los elevados costes del desarrollo ya están pesando más que los beneficios que esperamos ganar.

Si nos dedicáramos a estabilizar nuestra población a un nivel que la biosfera pudiera soportar, entonces podríamos dirigir nuestros esfuerzos no a magnificar nuestro lugar en la naturaleza, sino a mejorarlo. Ya no tenemos necesidad de pensar en términos de cantidad, sino de calidad, pues el verdadero fin de la humanidad es mejorar la calidad del ambiente humano y de las vidas humanas.

LO MÚLTIPLE Y LO ÚNICO

El estudio de la ecología nos enseña la interdependencia de todas las partes del planeta Tierra en relación sistémica: el sustrato geofísico, la atmósfera y el clima, las plantas y los animales. También es evidente que la Tierra depende del Sol como fuente de energía y de la Luna para sus mareas: el sistema es abierto y forma parte del Cosmos. Debido a esta interdependencia total de toda la miríada de componentes de un todo, no es arbitrario comparar la totalidad del sistema mundial con un organismo individual. Aceptamos la naturaleza sistémica de un individuo porque sabemos que existe una interdependencia evidente de los distintos órganos. Si vemos a todo el planeta de esta manera, vacilaremos antes de efectuar cambios importantes y fundamentales en componentes determinados rápidamente y sin pensarlo.

El pensador analítico reduccionista, que examina una parte del sistema sólo para ver cómo esto afecta a otra parte, busca la relación de causa y efecto: A ⟶ B ⟶ C. Tal pensador cree que si alguien hace algo que es bueno y productivo, entonces un aumento de lo mismo será necesariamente mejor. Esta lógica simple es peligrosa, puesto que se basa en la suposición completamente falsa de que en la naturaleza la causalidad es lineal y no sistémica. El pensador que reconoce la compleja red de interacciones sistémicas (p. ej., fig. 1-8), en cambio, esperará que si alguien efectúa cambios importantes (si alguien continúa la labor), la situación local puede mejorar durante un cierto tiempo, pero luego probablemente empeorará. El sistema se ajustará. Una tal concepción del mundo reconoce la profunda verdad de que para todo existe un valor *óptimo* (que no es máximo), ya se trate del tamaño de una granja, una compañía o una ciudad, y que alteraciones importantes en los valores de los componentes de un sistema se reflejarán a través de todo el sistema con resultados extensos y probablemente impredecibles y destructores. En realidad, tal es nuestra experiencia. El modelo sistémico de causalidad no es tan nítido y metódico como el lineal, pero, como hemos visto, se acerca mucho más a la descripción de la naturaleza de nuestro planeta.

La religión de un pueblo, su conjunto de creencias, refleja, y en gran medida determina, su actitud frente al mundo natural. Continuamente actuamos basados en nuestras razones: el concepto judeocristiano de la conquista de la naturaleza ha tenido un efecto devastador sobre nuestro planeta. Es evidente que es de absoluta urgencia que sustituyamos esta creencia por otra mucho más sutil, que refleje la verdad de la difícil situación por la que estamos pasando, y que a la larga será mucho más remuneradora para la humanidad en su conjunto. Tenemos que llegar al convencimiento de que somos lo que realmente somos: parte de la estructura intrincada y equilibrada del mundo natural, y no un conquistador que somete la naturaleza a su antojo y explota su riqueza.

Por esta razón ya no es una misteriosa paradoja ver a la naturaleza, a la vez, como lo múltiple y lo único. Los componentes del mundo natural son innumerables, pero constituyen un único sistema vivo. No hay escapatoria para nuestra interdependencia con la naturaleza; estamos entretejidos en la urdimbre más estrecha con la Tierra, el mar, el aire, las estaciones, los animales y todos los frutos de ella. Lo que afecta a uno afecta a todos; somos parte de un todo mayor: el cuerpo del planeta. Debemos respetar y amar su expresión múltiple si queremos sobrevivir.

Bibliografía

BINFORD, L. R.: Post-Pleistocene Adaptations, en *New Perspectives in Archaelogy*, S. R. Binford y L. R. Binford, eds., Aldine Publishing Co., Chicago, 1968.

EHRLICH, P. R. y EHRLICH, A. H.: *Ecoscience: Population, Resources, Environment*, Freeman, San Francisco, 1977.

HUTCHINSON, G. E. y cols.: Once artículos en *Scientific American* 223 (3): 44-208, 1970.

DADZIE, K. K. S. y cols.: Diez artículos en *Scientific American* 243 (3): 54-181, 1980.

KENDALL, M.: *Population Reports, World Fertility Survey*, Johns Hopkins University, 1980.

STOTT, D. H.: Cultural and Natural Checks on Population Growth, en *Environment and Cultural Behaviour*, A. P. Vayda, ed., New York, Natural History Press, 1969.

WILKINSON, R. G.: *Poverty and Progress*, New York, Praeger, 1973.

ODUM, E. P.: The Strategy of Ecosystem development, *Science,* N. Y. 164: 262-70.
HARDIN, G.: *Population, Evolution and Birth Control,* Freeman, San Francisco, 1969.
ANON.: *Approaching the Twentyfirst Century.* US Govemment Publs., Washington, 1980a.
ANON.: *World Conservation Strategy.* World Wildlife Fund/International Union for the Conservation of Nature, 1980b.

Otras sugerencias

BENDER, B.: *Farming in Prehistory: from Hunter-gathere to Food Producer,* John Baker, London, 1975.
BROWN, L. R. y FINSTERBUSCH, G. W.: *Man and his Environments: Food,* Harper & Row, London, 1972.
CAMPBELL, B. G.: *Humankind Emerging (6.ª Ed.).* Harper Collins, Nueva York, 1992.
FRIDAY, L. & LASKEY, L.: *The Fragile Environment.* Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
HARRISON, P.: *The Third Revolution: Environment, Population and a Sustainable World.* I. B. Tauris, Londres, 1993.
HOAGLAND, H.: Mechanisms of Population Control. *Daedalus,* 93: 812-829, 1964.
LEAN, G., HINRICHSEN, D., & MARKHAM, A.: *Atlas of the Environment,* Hutchinson, Londres, 1990.
MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L. & RANDERS, J.: *Más allá de los límites del crecimiento.* El País, Madrid, 1992.
ODUM, E. P.: *Fundamentos de Ecología.* Interamericana, México, 1985.
PEARSE, F.: *The Dammed: Rivers, Dams and the Coming World Water Crisis.* The Bodley Head, Londres, 1993.
SERVICE, E. R.: *Primitive Social Organization: an Evolutionary Perspective.* Random House, Nueva York, 1962.
SERVICE, E. R.: *The Hunters.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1966.

BIBLIOTECA CIENTÍFICA SALVAT

1. **Stephen Hawking.** *Una vida para la ciencia.* Michael White y John Gribbin
2. **La verdadera historia de los dinosaurios.** Alan Charig
3. **La explosión demográfica.** *El principal problema ecológico.* Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich
4. **El monstruo subatómico.** *Una exploración de los misterios del Universo.* Isaac Asimov
5. **El gen egoísta.** *Las bases biológicas de nuestra conducta.* Richard Dawkins
6. **La evolución de la física.** Albert Einstein y Leopold Infeld
7. **El secreto del Universo.** *Y otros ensayos científicos.* Isaac Asimov
8. **Qué es la vida.** Joël de Rosnay
9. **Los tres primeros minutos del Universo.** Steven Weinberg
10. **Dormir y soñar.** *La mitad nocturna de nuestras vidas.* Dieter E. Zimmer
11. **El hombre mecánico.** *El futuro de la robótica y la inteligencia humana.* Hans Moravec
12. **La superconductividad.** *Historia y leyendas.* Sven Ortoli y Jean Klein
13. **Introducción a la ecología.** *De la biosfera a la antroposfera.* Josep Peñuelas
14. **Miscelánea matemática.** Martin Gardner
15. **El Universo desbocado.** *Del Big Bang a la catástrofe final.* Paul Davies
16. **Biotecnología.** *Una nueva revolución industrial.* Steve Prentis
17. **El telar mágico.** *El cerebro humano y la computadora.* Robert Jastrow
18. **A través de la ventana.** *Treinta años estudiando a los chimpancés.* Jane Goodall
19. **Einstein.** Banesh Hoffmann
20. **La doble hélice.** *Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN.* James Watson
21. **Cien mil millones de soles.** *Estructura y evolución de las estrellas.* Rudolf Kippenhahn
22. **El planeta viviente.** *La adaptación de las especies a su medio.* David Attenborough
23. **Evolución humana.** Roger Lewin
24. **El divorcio entre las gaviotas.** *Lo que nos enseña el comportamiento de los animales.* William Jordan
25. **Lorenz.** Alec Nisbett
26. **Mensajeros del paraíso.** *Las endorfinas, drogas naturales del cerebro.* Charles F. Levinthal
27. **El Sol brilla luminoso.** Isaac Asimov
28. **Ecología humana.** *La posición del hombre en la naturaleza.* Bernard Campbell

